МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЗЕМЛЕРОБСЬКОЇ ГАЛУЗІ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

Збірник матеріалів
міжнародної науково-практичної конференції

м. Миколаїв, 18 вересня 2026 року

Миколаїв
2026

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE

MYKOLAIV NATIONAL AGRARIAN UNIVERSITY

CURRENT CHALLENGES IN CROP PRODUCTION AND WAYS TO ADDRESS THEM

Proceedings of the International Scientific and Practical Conference

Mykolaiv, September 18, 2026

Mykolaiv
2026

УДК 631.5(063)
А43

Рекомендовано до друку вченою радою факультету агротехнологій Миколаївського національного аграрного університету (протокол № 2 від 24 вересня 2026 року).

Актуальні проблеми землеробської галузі та шляхи їх вирішення : А43 збірник матеріалів міжнародної науково-практичної конференції (м. Миколаїв, 18 вересня 2026 р.) / Міністерство освіти і науки України ; Миколаївський національний аграрний університет. Миколаїв : МНАУ, 2026. 347 с.

Міжнародна науково-практична конференція «Актуальні проблеми землеробської галузі та шляхи їх вирішення» об'єднала науковців, викладачів, здобувачів вищої освіти, представників науково-дослідних установ, керівників і фахівців аграрного сектору, представників органів державної влади, фермерських господарств, агропідприємств та міжнародної наукової спільноти для обговорення сучасних викликів і перспектив розвитку землеробської галузі. У центрі уваги учасників конференції були актуальні питання підвищення ефективності землеробства в умовах кліматичних змін, збереження та відтворення родючості ґрунтів, удосконалення систем землеробства, впровадження інноваційних і ресурсозберігаючих технологій, розвитку селекції та насінництва, біотехнологій, цифровізації аграрного виробництва, екологічно безпечного природокористування, геодезії, землеустрою та забезпечення продовольчої безпеки держави. У збірнику представлені матеріали, що висвітлюють результати фундаментальних і прикладних наукових досліджень, новітні технологічні рішення, практичний досвід виробництва та сучасні наукові підходи до вирішення актуальних проблем землеробської галузі. Представлені праці відображають сучасний стан аграрної науки та окреслюють перспективні напрями її подальшого розвитку. Матеріали збірника становлять науковий і практичний інтерес для науковців, викладачів, здобувачів вищої освіти, працівників наукових установ, керівників і спеціалістів аграрного сектору, представників органів державної влади, підприємств агропромислового комплексу та всіх, хто працює над забезпеченням сталого розвитку сільського господарства та ефективного використання природних ресурсів. Організаційний комітет висловлює щиру вдячність усім авторам, рецензентам і учасникам конференції за активну участь, плідну співпрацю та вагомий внесок у розвиток аграрної науки. Сподіваємося, що матеріали цього збірника сприятимуть подальшому розвитку наукових досліджень, зміцненню міжнародної співпраці та впровадженню сучасних наукових досягнень у практику землеробства.

УДК 631.5(063)

Матеріали друкуються в авторській редакції з мінімальними технічними правками. Автори несуть відповідальність за дотримання вимог академічної доброчесності, зміст і достовірність представлених матеріалів.

© Миколаївський національний аграрний університет, 2026

UDC 631.5(063)
C95

Recommended for publication by the Academic Council of the Faculty of Agrotechnologies of Mykolaiv National Agrarian University (Protocol No. 2 dated September 24, 2026).

C95 **Current** Challenges in Crop Production and Ways to Address Them : Proceedings of the International Scientific and Practical Conference (Mykolaiv, September 18, 2026) / Ministry of Education and Science of Ukraine; Mykolaiv National Agrarian University. Mykolaiv : MNAU, 2026. 347 p.

The International Scientific and Practical Conference "Current Challenges in Crop Production and Ways to Address Them" brought together researchers, academics, higher education students, representatives of research institutions, managers and specialists of the agricultural sector, representatives of public authorities, farmers, agricultural enterprises, and the international scientific community to discuss current challenges and future prospects for the development of the crop production sector. The conference focused on topical issues related to improving the efficiency of crop production under climate change, preserving and restoring soil fertility, improving farming systems, implementing innovative and resource-efficient technologies, advancing plant breeding and seed production, biotechnology, digitalization of agricultural production, environmentally sustainable natural resource management, geodesy, land management, and ensuring national food security. The proceedings present the results of fundamental and applied scientific research, innovative technological solutions, practical production experience, and contemporary scientific approaches to addressing current challenges in the crop production sector. The published papers reflect the current state of agricultural science and outline promising directions for its further development. The proceedings are intended for researchers, university lecturers, higher education students, employees of research institutions, managers and specialists of the agricultural sector, representatives of public authorities, agribusiness enterprises, and everyone engaged in promoting the sustainable development of agriculture and the efficient use of natural resources. The Organising Committee expresses its sincere gratitude to all authors, reviewers, and conference participants for their active participation, fruitful cooperation, and significant contribution to the advancement of agricultural science. We hope that these proceedings will contribute to further scientific research, strengthen international cooperation, and facilitate the implementation of modern scientific achievements in crop production practice.

UDC 631.5(063)

Articles are published in the authors' original phrasing with minimal technical copyediting. Authors bear sole responsibility for ensuring academic integrity, as well as for the accuracy, reliability, and content of their submitted work.

© Mykolaiv National Agrarian University, 2026

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Антоніна ДРОБІТЬКО – докторка сільськогосподарських наук, професорка, проректорка з наукової роботи Миколаївського національного аграрного університету, в.о. декана факультету агротехнологій, Україна;
Хінек РУБІК – доктор філософії, доцент, декан факультету тропічного сільського господарства Чеського університету природничих наук у Празі, Чеська республіка;
Валентина ГАМАЮНОВА – докторка сільськогосподарських наук, професорка, завідувачка кафедри землеробства, геодезії та землеустрою Миколаївського національного аграрного університету, Україна;
Василь ДЕГТЯРЬОВ – доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри ґрунтознавства, Державний біотехнологічний університет, Харків, Україна;
Пауліна КОЛІСНІЧЕНКО – докторка економічних наук, професорка, проректорка ВШТІП Академії Прикладних наук, Польща;
Сергій БАЛАНЮК – кандидат економічних наук, Академія прикладних наук імені Вінцента Поля в Любліні, Люблін, Польща;
Уляна КАРБІВСЬКА – доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувачка кафедри лісового і аграрного менеджменту Карпатського національного університету імені Василя Стефаника, Івано-Франківськ, Україна;
Юрій ЛАВРИНЕНКО – академік НААН, доктор сільськогосподарських наук, головний науковий співробітник відділу селекції сільськогосподарських культур Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, Україна;
Тетяна МАНУШКІНА – кандидатка сільськогосподарських наук, доцентка, доцент кафедри землеробства, геодезії та землеустрою Миколаївського національного аграрного університету, Україна;
Тетяна КАЧАНОВА – кандидатка сільськогосподарських наук, доцентка, доцент кафедри землеробства, геодезії та землеустрою Миколаївського національного аграрного університету, Україна;
Ірина СМІРНОВА – кандидатка сільськогосподарських наук, доцентка, доцентка кафедри землеробства, геодезії та землеустрою Миколаївського національного аграрного університету, Україна;
Микола КОВАЛЬОВ – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна;
Ігор БУЛЬБА – кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач кафедри землеробства, геодезії та землеустрою Миколаївського національного аграрного університету, Україна;
Юрій ЗАДОРОЖНІЙ – старший викладач кафедри землеробства, геодезії та землеустрою Миколаївського національного аграрного університету, Україна.

Відповідальний за випуск: докторка сільськогосподарських наук, професорка, зав. кафедри землеробства, геодезії та землеустрою Миколаївського національного аграрного університету **Гамаюнова Валентина Василівна.**

THE ORGANISING COMMITTEE OF THE CONFERENCE

Antonina DROBITKO – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Vice-Rector for Research, Mykolaiv National Agrarian University, Acting Dean of the Faculty of Agricultural Technologies, Ukraine;
Hynek ROUBÍK – PhD, Associate Professor, Dean of the Faculty of Tropical AgriSciences, Czech University of Life Sciences Prague, Czech Republic;
Valentyna HAMAIUNOVA – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Agriculture, Geodesy and Land Management, Mykolaiv National Agrarian University, Ukraine;
Vasyl DEHTYAROV – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Soil Science, State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine;
Paulina KOLISNICHENKO – Doctor of Economic Sciences, Professor, Vice-Rector for International Cooperation at WSHIU Academy of Applied Sciences, Poznań, Poland;
Serhii BALANIUK – Candidate of Economic Sciences (Ph.D.), Vincent Pol University in Lublin, Lublin, Poland;
Uliana KARBIVSKA – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Forestry and Agrarian Management, Vasyl Stefanyk Carpathian National University, Ivano-Frankivsk, Ukraine;
Yurii LAVRYNENKO – Academician of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine (NAAS), Doctor of Agricultural Sciences, Chief Research Scientist, Department of Crop Breeding, Institute of Climate-Oriented Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Ukraine;
Tetiana MANUSHKINA – Candidate of Agricultural Sciences (PhD), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Agriculture, Geodesy and Land Management, Mykolaiv National Agrarian University, Ukraine;
Tetiana KACHANOVA – Candidate of Agricultural Sciences (PhD), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Agriculture, Geodesy and Land Management, Mykolaiv National Agrarian University, Ukraine;
Iryna SMIRNOVA – Candidate of Agricultural Sciences (PhD), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Agriculture, Geodesy and Land Management, Mykolaiv National Agrarian University, Ukraine;
Mykola KOVALOV – PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor, Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, Ukraine.
Ihor BULBA – Candidate of Agricultural Sciences (PhD), Senior Lecturer, Department of Agriculture, Geodesy and Land Management, Mykolaiv National Agrarian University, Ukraine;
Yurii ZADOROZHNII – Senior Lecturer, Department of Agriculture, Geodesy and Land Management, Mykolaiv National Agrarian University, Ukraine.

Executive Editor: **Valentyna Hamaiunova**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Agriculture, Geodesy and Land Management, Mykolaiv National Agrarian University.

ЗМІСТ/CONTENT

СЕКЦІЯ 1. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ЗА ЗМІНИ КЛІМАТУ, ЯК ЗАПОРУКА ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ

SECTION 1. MODERN CROP PRODUCTION TECHNOLOGIES UNDER CLIMATE CHANGE AS A PREREQUISITE FOR UKRAINE'S FOOD SECURITY

Nazarenko M. M.
EFFECTS OF GROWTH REGULATORS ON YIELD OF WINTER WHEAT VARIETIES 15

Баланюк С. І., Карбівська У. М., Сітник А. А.
ВПЛИВ УДОБРЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЗЕЛЕНОЇ МАСИ КУКУРУДЗИ ГІБРИДУ МАНТІКОРА В УМОВАХ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ 20

Бурикіна С. І., **Сергєєв Л. А.**, **Ужевська С. П., Жук М. М., Дзівінська Н. О.**
УШКОДЖЕННЯ ЗЕРНА КЛОПОМ ШКІДЛИВА ЧЕРЕПАШКА (*EURYGASTER INTEGRICEPS PUT.*) ЗА РІЗНОЇ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ 22

Вуколов А. Б., Цилюрик О. І.
АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ МІКРОДОБРИВ У ПОСІВАХ СОНЯШНИКУ В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ 25

Галабан В. М., Смірнов А. С.
ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРИПОСІВНОГО МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО 30

Гамаюнова В. В., **Бакланова Т. В.**
ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ САФЛОРУ КРАСИЛЬНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ, СИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ ТА ЗАХИСТУ РОСЛИН 33

Гамаюнова В. В., **Даниленко О. П.**
АДАПТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН 37

Голотін І. Г.
ВПЛИВ ІННОВАЦІЙНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ 40

Гончаренко Є. В., **Добровольський А. В.**
ЯКІСТЬ ЗЕРНА ЯЧМЕНЮ ЯРОГО В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ 45

Гурманчук О. В., Шиша М. В., Грицюк Н. В., Плотницька Н. М., Невмержицька О. М.
ПОСІВНІ ЯКОСТІ ГОРОХУ ОЗИМОГО ЗА ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ ПРОТРАВНИКІВ 48

Гусак В. В., Григорів Я. Я.
МОРФОФІЗІОЛОГІЧНА РЕАКЦІЯ MISCANTHUS SINENSIS 'ZEBRINUS' НА ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТУ РІДКІСНОЗЕМЕЛЬНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ 51

Дегтярьов В. В., Шикітка Д. І.
ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ГУМУСОВИХ СТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ КУКУРУДЗИ В ЛІВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ 53

Дідур К. М.
ЕКОНОМІЧНІ РИЗИКИ ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН 56

Дмитраш Т. І., Григорів Я. Я.
ПРОДУКТИВНІСТЬ МІСКАНТУСУ ГІГАНТСЬКОГО ТА СІДИ БАГАТОРІЧНОЇ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ НА МАЛОПРОДУКТИВНОМУ ҐРУНТІ 62

Дутчак О. В., **Карбівська У. М.**
ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГРЕЧКИ ЗА ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА 64

Жигайло Т. С., Вольвач О. В., Жигайло О. Л.
ПРОДУКТИВНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА ПОСИЛЕННЯ ПОСУШЛИВОСТІ КЛІМАТУ НА ПІВДНІ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ 67
Жуйков О. Г., Жуйков Т. О.
АГРОЕКОЛОГІЧНІ І ГОСПОДАРСЬКО-ЕКОНОМІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ РОСЛИН ГІРЧИЦІ ЧОРНОЇ /*Brassica nigra*/ В УМОВАХ СУХОГО СТЕПУ 70
Загородний В. В., **Овчарук О. В.**, **Овчарук К. О.**, **Гуска В. В.**, **Шалашов М. О.**
ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРОТЕКТОРІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО В ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОМУ ЗА ЗМІНИ КЛІМАТУ 75
Іванова І. Є., **Покопцева Л. А.**, **Тимощук Т. М.**
КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ТА БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА ОПТИМІЗАЦІЯ СОРТІВ ВИШНІ ДЛЯ БЕЗВІДХОДНОЇ ПЕРЕРОБКИ МЕТОДОМ ДЕГІДРАТАЦІЇ 81
Іжболдін О. О., Гудзенко О. Г.
ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ГОРОХУ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОПЕРЕДНИКА І ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ 84
Карбівська У. М., Гусак В. В.
ВПЛИВ УДОБРЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ МІСКАНТУСУ ГІГАНТСЬКОГО (MISCANTHUS GIGANTEUS) В УМОВАХ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ 86
Карбівська У. М., Турак Р. О.
ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ 89
Кедрун О. В., Прищепа А. М.
ПІДВИЩЕННЯ ВРОЖАЙНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ЗА ОПТИМІЗАЦІЇ МІКРОЕЛЕМЕНТНОГО ЖИВЛЕННЯ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ 91
Коваленко О. А.
БІОСТИМУЛЯТОРИ, КРЕМНІЙ ТА БІОЧАР ЯК ІНСТРУМЕНТИ АДАПТАЦІЇ РОСЛИННИЦТВА ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ ДО ПОСУХИ 96
Ковальов М. М.
СВІТЛОДІОДНЕ ОПРОМІНЕННЯ ЯК ЧИННИК РЕГУЛЯЦІЇ АРХІТЕКТОНІКИ ТА ПРОДУКТИВНОСТІ ПЕРЦЮ В ГІДРОПОНІЦІ 98
Ковальов М. М.
ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ ГОСТРОГО ПЕРЦЮ В УМОВАХ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ПЕРІОДИЧНОГО ЗАТОПЛЕННЯ 103
Ковальов М. М., Бондар М. М.
ОПТИМІЗАЦІЯ ВОЛОГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СУНИЦІ САДОВОЇ ШЛЯХОМ ПОЄДНАННЯ МУЛЬЧУВАННЯ ТА КРАПЕЛЬНОГО ЗРОШЕННЯ 105
Ковальов М. М., Грицюк С. Ю.
ЗМЕНШЕННЯ ПЕСТИЦИДНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА КОМАХ-ЗАПИЛЮВАЧІВ ПІД ЧАС ЦВІТІННЯ HELIANTHUS ANNUUS L. 108
Ковальов М. М., Німченко В. В.
ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА СПОСОБІВ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ZEA MAYS L. VAR. SACCHARATA 110
Ковальчук В. М.
ПРОДУКТИВНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ТА ГОСПОДАРСЬКА ЦІННІСТЬ СОЇ 113
Козіна Т. В., Овчарук В. І.
ФОРМУВАННЯ КОРМОВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ГІРЧИЦІ БІЛОЇ ЗА РІЗНИХ УМОВ ВИРОЩУВАННЯ 114
Колесніков М. О., Пащенко Ю. П.
ВПЛИВ КОМПЛЕКСУ ДОБРИВ ТА БІОРЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ НА ЕЛЕМЕНТИ СТРУКТУРИ ВРОЖАЮ ГОРОХУ ПОСІВНОГО В УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ 117

Костюкєвич Т. К.
ЗМІНА ТРИВАЛОСТІ БЕЗМОРОЗНОГО ПЕРІОДУ ТА ЇЇ ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ АДАПТАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР В УКРАЇНІ 120
Крайна М. А., Фурманець О. А.
АНАЛІЗ КЛІМАТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТЕРИТОРІЇ РІВНЕНСЬКОГО ПОЛІССЯ ЯК ОСНОВА ДЛЯ ОЦІНКИ ДОЦІЛЬНОСТІ ДОПОВНЕННЯ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО 123
Кругленко А. М., **Федорчук М. І.**
АДАПТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО В ПОСУШЛИВИХ УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ 127
Кувшинова А. О.
ФОРМУВАННЯ ВИСОТИ РОСЛИН ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ 129
Куклишин О. В., Вольвач О. В.
КЛІМАТИЧНІ РИЗИКИ ДЛЯ САДІВНИЦТВА ЗАКАРПАТТЯ: ПРОСТОРОВО-ЧАСОВИЙ АНАЛІЗ ГРАДУ ТА ЗЛИВ 132
Кутняк В. С., **Федорчук М. І.**
ВПЛИВ СОРТОВОГО СКЛАДУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН ГІРЧИЦІ ПОСІВНОЇ 136
Куц О. В., **Романова Т. А., Понамарьова М. С., Івахнін В. М.**
БІОМЕТРИЧНІ ПАРАМЕТРИ РОСЛИН СОЇ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ 138
Мандриш О. Ю., Грабовський М. Б., Городецький О. С., Павліченко К. В.
ВПЛИВ РІВНЯ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ПЛОЩУ ЛИСТКОВОЇ ПОВЕРХНІ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ 142
Манушкіна Т. М., Пехлак К. І.
СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ОДЕРЖАННЯ САДИВНОГО МАТЕРІАЛУ ЛАВАНДИ ВУЗЬКОЛИСТОЇ (*LAVANDULA ANGUSTIFOLIA* MILL.) МЕТОДАМИ БІОТЕХНОЛОГІЇ 145
Михайлова Д. О.
ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ПРОДУКТИВНОСТІ КРОПУ СОРТУ АЛІГАТОР ЗА ГІДРОПОННОГО ТА ҐРУНТОВОГО МЕТОДІВ ВИРОЩУВАННЯ В ТЕПЛИЦЯХ 148
Мулярчук О. І.АДАПТИВНИЙ ПОТЕНЦІАЛ НОВИХ СОРТІВ СМОРОДИНИ ЧОРНОЇ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ 151
Неділська У. І.
АДАПТАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ РОСЛИН В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ ЯК ОСНОВА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ 156
Нікончук Н. В., Самойленко М. О.
ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ НА БУРЯКУ СТОЛОВОМУ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ 159
Овчарук О. В., **Овчарук В. І.**, **Овчарук К. О.**, **Сенишен К. С.**, **Тимчук А. А.**, **Солтис Б.Б.**
СОРТОВІ ОСОБЛИВОСТІ ТА АДАПТИВНА ЗДАТНІСТЬ РОСЛИН КВАСОЛІ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ 162
Олійник О. В., Федорчук М. І.
СОРТОВІ ОСОБЛИВОСТІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ 167
Ороховський А. О., **Овчарук О. В.**, **Овчарук К. О.**, **Скиба Г. О.**, **Слишинський Р. О.**
ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОСТИМУЛЯТОРІВ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО ЗА ЗМІНИ КЛІМАТУ 170
Падалко Т. О.
ВПЛИВ ЗМІНИ КЛІМАТИЧНИХ УМОВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР У ХМЕЛЬНИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ 177
Панфілова А. В., Кошкін Д. Л., Вербіцький П. П.
ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ 180
Панцирева Г. В.
ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ НАСІННЯ СОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО 182

Пічура В. І., Потравка Л. О.
ОСУШЕННЯ КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ТА ВТРАТА ЗРОШЕННЯ: НАСЛІДКИ ДЛЯ АГРОВИРОБНИЦТВА ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ 184
Покопцева Л. А., **Романенко П. О.**, **Меншенін Д. А**.
ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ ЗА ДІЇ РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН АКМ В УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ 188
Пронько В. С., Федорчук М. І.
РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ 192
Самойленко М. О., Попель А. В., Манушкін М. М.
СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ВИРОБНИЦТВА, ПОШИРЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО У СВІТІ ТА УКРАЇНІ 195
Свіщова Я. О., **Куц О. В.**, **Станкевич С. В.**, **Могилевська В. В.**
ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ РОСЛИН КІНОА ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ 197
Серафим С. С., **Манушкіна Т. М.**
СУШІННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ ПРИЙМОЧОК ШАФРАНУ ЯК ЧИННИКИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ 200
Сидякіна О. В.
ОПТИМІЗАЦІЯ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ДЛЯ МІНІМІЗАЦІЇ ВПЛИВУ КЛІМАТИЧНИХ СТРЕСІВ 203
Смірнова І. В., Ященко Н. В., Семенова В. С.
УРОЖАЙНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТА ФОНУ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ 210
Солодка Т. М., Опанасюк Д. В., Солодка О. В.
ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ НА ЗМІНИ БІОЛОГІЧНОГО ЦИКЛУ *AGRIOTES SPUTATOR* В УМОВАХ РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ 212
Тихун О. О.
ДЕСИКАЦІЯ СОНЯШНИКУ ЯК ІНСТРУМЕНТ ОПТИМІЗАЦІЇ ЗБИРАННЯ ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ ВРОЖАЮ 216
Тіцький В. Б.
ВПЛИВ ГІБРИДНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТА СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ РОСЛИН ОЗИМОГО РІПАКУ В ОСІННІЙ ПЕРІОД 218
Угрін О. М., **Біднина І. О.**
ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ СОЇ ЗА ПОЄДНАННЯ РИЗОБІНУК З РИЗОСФЕРНИМИ БАКТЕРІЯМИ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ 221
Федорчук В. Г., **Котляр Д. В.**
ГОСПОДАРСЬКО-БІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СЕЛЕРИ КОРЕНЕВОЇ 224
Хомовий М. М., Заблоцький А. І.
УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ В УМОВАХ ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ 227
Шаркова М. П., Соломонов Р. В.
ЕЛЕМЕНТИ ПРОДУКТИВНОСТІ РОСЛИН ЯЧМЕНЮ РІЗНИХ СОРТІВ В УМОВАХ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ 230
Шебанін В.С, Дробітько А. В., Качанова Т. В.
ТРИВАЛІСТЬ МІЖФАЗНИХ ПЕРІОДІВ ТА АДАПТИВНИЙ ПОТЕНЦІАЛ СОРТІВ ГОРОХУ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ 233
Шебаніна О.В., Смірнова І. В., Тарабріна А-М. О.
ЯКІСТЬ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ДОЗ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ 235

СЕКЦІЯ 2. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ГЕНЕТИКИ, СЕЛЕКЦІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ТА БІОТЕХНОЛОГІЇ

SECTION 2. CURRENT ISSUES IN GENETICS, CROP BREEDING, AND BIOTECHNOLOGY

Ващенко В. В., Шевченко О. О., Лобко Т. К.
ГЕНЕТИКО-СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ В СТВОРЕННІ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ 238

Григор'єва О. М., Алмаєва Т. М.
ВПЛИВ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ КАРТОПЛІ, ОЗДОРОВЛЕНИХ БІОТЕХНОЛОГІЧНИМ МЕТОДОМ 240

Гудим О. В.
ВАРІАБЕЛЬНІСТЬ ЯКІСНИХ ОЗНАК НАСІННЯ МУТАНТНИХ ЛІНІЙ АМАРАНТУ, ОТРИМАНИХ МЕТОДОМ ІНДУКОВАНОГО МУТАГЕНЕЗУ 244

Димань Н. О., Карпук Л. М.
ОЦІНЮВАННЯ МІЖСОРТОВОГО ПОЛІМОРФІЗМУ МАЛИНИ ЗА ВИКОРИСТАННЯ SSR-PCR-АНАЛІЗУ 248

СЕКЦІЯ 3. ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ЗБЕРЕЖЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ, СУЧАСНИЙ СТАН ТА ЇЇ ЗМІНИ

SECTION 3. KEY PRINCIPLES OF SOIL FERTILITY PRESERVATION: CURRENT STATUS AND TRENDS

Бакума Л. В.
БІОЛОГІЗАЦІЯ ТА МІНІМІЗАЦІЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ЯК ОСНОВА ПОДОЛАННЯ ДЕГРАДАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ В АГРОЕКОСИСТЕМАХ 251

Біднина І. О., Козирєв В. В., Томницький А. В., Ясінська Н. О., Клімченко Н. О.
ПІСЛЯЗРОШУВАЛЬНА ЕВОЛЮЦІЯ ТЕМНО-КАШТАНОВОГО ҐРУНТУ ПІВДЕННОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ 254

Гусак В., Коцюбинський В., Григорів Я., Задарко В., Боброва О.
ВПЛИВ ҐРУНТОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ РІДКІСНОЗЕМЕЛЬНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ НА РОЗПОДІЛ БІОМАСИ ТА МІНЕРАЛЬНИЙ ПРОФІЛЬ *MISCANTHUS SINENSIS* 258

Дегтярьов В. В., Коньшин Р. В.
ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА УМІСТ ГУМУСУ В ЧОРНОЗЕМАХ ТИПОВИХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ 262

Іжболдін О. О., Мицик О. О., Гаврюшенко О. О., Шевченко С. М.
РОСТОВА ТА ФІЗІОЛОГІЧНА РЕАКЦІЯ ТЕСТ-КУЛЬТУР НА МІЛІТАРНО ПОРУШЕНІ ҐРУНТОВІ СУБСТРАТИ 265

Литвинов В. А., Гавва Д. В., Рєзнік С. В.
БІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ МІЛІТАРНО ПОРУШЕНИХ ЧОРНОЗЕМІВ 269

Середа А. Є., Гавва Д. В., Рєзнік С. В.
ВПЛИВ ГУМАТУ КАЛІЮ НА МІКРОБОЦЕНОЗИ АГРОЧОРНОЗЕМІВ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ 274

Шемякін В. В., Дегтярьов Ю. В.
ЗАГАЛЬНА ШПАРУВАТІСТЬ ЧОРНОЗЕМІВ ТИПОВИХ У ЗОНАХ АГРОГЕННОГО ТА ТЕХНОГЕННОГО ВПЛИВУ 277

СЕКЦІЯ 4. ОБҐРУНТУВАННЯ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО ДОБОРУ КУЛЬТУР ТА ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В СІВОЗМІНАХ

SECTION 4. RATIONALE FOR MODERN APPROACHES TO CROP SELECTION AND SOIL TILLAGE IN CROP ROTATIONS

Борисенко В. В.
ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ОЛІЙНОСТІ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ ЗАЛЕЖНО ВІД СПОСОБІВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ 282

Колояніді Н. О., Шевель В. І., Зелінський Ю. А.
ДОБІР ПОСУХОСТІЙКИХ КУЛЬТУР ДЛЯ АДАПТИВНИХ СІВОЗМІН ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ 284
Чайка Т. О., Короткова І. В.
ФІТОРЕМЕДІАЦІЙНІ ТА СИДЕРАЛЬНІ КУЛЬТУРИ У ВІДНОВЛЕННІ ПОРУШЕНИХ ҐРУНТІВ 287
Шевченко М. С., Швець Н. В.
БІОЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ МІНІМІЗАЦІЇ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В СІВОЗМІНАХ СТЕПОВОЇ ЗОНИ 292
Яценко В. В., Горбенко В. С.
АГРОЦЕНОТИЧНА РЕАКЦІЯ СОЇ НА РІЗНУ ІНТЕНСИВНІСТЬ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ 294

СЕКЦІЯ 5. ІННОВАЦІЙНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ГАЛУЗІ ГЕОДЕЗІЇ, ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

SECTION 5. INNOVATIVE TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF GEODESY, LAND MANAGEMENT, AND NATURAL RESOURCE MANAGEMENT

Боровик П. М., Удовенко І. О., Кирилюк В. П.
ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У ЗЕМЕЛЬНОМУ КАДАСТРІ ТА УПРАВЛІННІ ЗЕМЕЛЬНИМИ РЕСУРСАМИ 296
Бочко О. І.
СТИМУЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ НА ПРИНЦИПАХ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ 298
Бульба І.О.
ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ РОБІТ ІЗ ЗЕМЛЕУСТРОЮ ЩОДО ЗЕМЕЛЬ ВОДНОГО ФОНДУ НА ЗАГАЛЬНОДЕРЖАВНОМУ ТА РЕГІОНАЛЬНОМУ РІВНЯХ 301
Дребот О. В.
ОСОБЛИВОСТІ ЗЕМЛЕУСТРОЮ ЗЕМЕЛЬНИХ ЧАСТОК (ПАЇВ) В СУЧАСНИХ УМОВАХ ГОСПОДАРЮВАННЯ В УКРАЇНІ 306
Дробітько А. В., Задорожній Ю. В., Терещенко А.В., Смірнова К. С.
ТЕХНОЛОГІЯ СТВОРЕННЯ ПЛАНУ ЗА МАТЕРІАЛАМИ АЕРОЗНІМАННЯ З БПЛА 308
Карась І. Ф.
ВСТАНОВЛЕННЯ МЕЖ ЗЕМЕЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА І ОБСЛУГОВУВАННЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ 311
Кахнич П. Ф.
ГЕОЕКОЛОГІЧНЕ ЗОНУВАННЯ ПРИБЕРЕЖНИХ ТЕРИТОРІЙ РІЧКИ СЛУЧ У ПРОЄКТАХ ЗЕМЛЕУСТРОЮ 315
Коткова Т. М.
ТЕХНІЧНА ДОКУМЕНТАЦІЯ ІЗ ЗЕМЛЕУСТРОЮ ЩОДО ПОДІЛУ ТА ОБ'ЄДНАННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК ДЛЯ РОЗМІЩЕННЯ І ЕКСПЛУАТАЦІЇ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД ДОДАТКОВИХ ТРАНСПОРТНИХ ПОСЛУГ ЖОКАП «ЖИТОМИРОБЛАГРОЛІС» 319
Кушнірук Т. М.
ПРОСТОРОВЕ ПЛАНУВАННЯ ТЕРИТОРІЙ ГРОМАД НА ОСНОВІ КОНЦЕПЦІЇ «РОЗУМНИХ МІСТ» (SMART CITIES) ТА ЦИФРОВИХ ЗЕМЛЕВПОРЯДНИХ КАРТ 323
Люсак А. В.
ЦИФРОВИЙ ПАСПОРТ ЕКОЛОГІЧНИХ ОБМЕЖЕНЬ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗЕМЛЕВПОРЯДНОГО ПЛАНУВАННЯ 326
Остапчук С. М., Остапчук О. П., Кушнірук Н. В.
ГІС-ОРІЄНТОВАНИЙ КАРТОГРАФІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ПРОСТОРОВО-ЧАСОВОЇ ДИНАМІКИ АГРОХІМІЧНОГО СТАНУ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ 330
Пендзей Л. П.
ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СУЧАСНОГО ЗЕМЛЕУСТРОЮ: СТАН, ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ 334

Самосій О. В.
ОСОБЛИВОСТІ ВІДВЕДЕННЯ ЗЕМЕЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ ФЕРМЕРСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВУ ЗЕМЕЛЬ ЗАПАСУ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ 337
Шульган Р.Б., **Ніколайчук К.М.**, **Ліщинський А. Г.**
ЗАСТОСУВАННЯ ДАНИХ ДЗЗ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ЗЕМЛЯМИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ НА ПРИКЛАДІ ЗДОЛБУНІВСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ 341

СЕКЦІЯ 1. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ЗА ЗМІНИ КЛІМАТУ, ЯК ЗАПОРУКА ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ

SECTION 1. MODERN CROP PRODUCTION TECHNOLOGIES UNDER CLIMATE CHANGE AS A PREREQUISITE FOR UKRAINE'S FOOD SECURITY

EFFECTS OF GROWTH REGULATORS ON YIELD OF WINTER WHEAT VARIETIES

Nazarenko M. M., Dr. Sc., professor
Dnipro State Agrarian and Economics University,
Dnipro, Ukraine

Winter wheat (*Triticum aestivum* L.) is among the most important cereal crops for global food and feed production and therefore plays a major role in maintaining the stability of agricultural systems [1, 2]. Nevertheless, the productivity and technological quality potentially available in modern cultivars are rarely realized completely under field conditions. Yield formation is influenced simultaneously by water deficit, nutritional limitations, heat and cold stress, lodging, pathogen pressure and other environmental constraints [5]. For this reason, increasing attention is being paid to physiologically active compounds capable of modifying plant growth and improving crop performance under variable environmental conditions [3, 4].

The present research focused on two newly synthesized triazole-related compounds, CA-64, potassium [1, 2, 4] triazolo [1, 5–c] quinazoline-2-thiolate, and CA-79, potassium tetrazolo [1, 5–c] quinazoline-5-thiolate. The main objective was to determine whether these compounds could be used as effective regulators of winter wheat productivity. Particular attention was paid to their effects on photosynthetic activity, grain yield, yield-structure components and technological quality of grain. An additional objective was to establish whether varietal differences influenced the magnitude of the response and to determine the concentration range within which stimulation was replaced by inhibition.

Field experiments were conducted during the 2023–2025 growing seasons at the experimental facilities of the Department of Breeding and Seed Farming, Dnipro State Agrarian and Economic University. The experimental site is located in the Steppe zone under sub-humid conditions, where winter wheat productivity is frequently influenced by fluctuations in water availability and temperature.

The experimental treatment consisted of pre-sowing seed soaking in aqueous solutions of CA-64 and CA-79. For each treatment, including the water-treated control, 1,000 seeds were used. Seed exposure lasted 24 h. The field experiment was established on plots of 10 m^2. Row spacing was 0.15 m, with a row length of 6.5 m. Treatments were represented by three replications, while the standard control was

included within each experiment. Seeding rates were adjusted according to the thousand-grain weight of each cultivar. Crop management and plant-protection measures followed the regional recommendations used for winter wheat production in the sub-humid Steppe. Such management was intended to reduce the influence of uncontrolled pest and disease development and to allow treatment effects to be interpreted more clearly.

The response of the varieties was evaluated using a set of agronomic, structural and grain-quality parameters. Yield structure was characterized on 25–30 representative plants collected from each treatment. Individual plants were measured and threshed separately. The variables included plant height, number of grains in the main spike, grain weight of the main spike, grain weight per plant, the proportion of grain in total plant biomass, and thousand-grain weight. Grain quality was assessed using a Spektran-119R analyzer. Protein determination was performed on 10-g grain samples, while gluten and its major protein fractions were also evaluated.

The experimental design therefore made it possible to compare the effects of the two compounds at several concentrations and to determine whether the observed response depended primarily on treatment dose, genotype, or the interaction between these factors. The general yield response to CA-79 followed the same concentration-dependent pattern that was observed for CA-64. The important difference was that the increase caused by CA-79 was generally larger than the corresponding effect of CA-64. This consistency is important from an agronomic point of view. A growth regulator that improves performance only under highly favorable conditions has limited value because its effectiveness cannot be reproduced reliably. In the present study, CA-79 at 0.02% generated a relatively uniform yield advantage in all three years. The response therefore suggests not only stimulation of maximum productivity, but also a certain buffering effect under less favorable seasonal backgrounds.

Among the investigated genotypes, Khvylia Dnipra, MIP Roksolana and LG Magirus appeared particularly promising when baseline productivity and responsiveness to treatment were considered together. LG Litopys also responded strongly, especially to CA-79. Vezha showed a positive reaction as well, although its absolute productivity remained below that of the leading varieties.

The overall yield data demonstrate that both CA-64 and CA-79 may increase winter wheat productivity, but only within a restricted concentration interval. The concentrations of 0.01 and 0.02% were stimulatory, whereas increasing the concentration to 0.04% reversed the response. The highest productivity was consistently associated with CA-79 at 0.02%. This treatment exceeded CA-64 at the same concentration in all varieties and during all three years.

Thus, CA-79 at 0.02% can be regarded as the principal treatment for stimulating grain productivity within the conditions of the present experiment. CA-64 at 0.02% also produced a reliable positive effect, although its activity was somewhat weaker. The 0.04% concentration of either compound should not be considered suitable because the response shifted from stimulation toward inhibition.

Changes in total grain yield can arise from different combinations of structural components. Therefore, analysis of the individual elements of productivity is essential

for understanding how the regulators influenced yield formation.

The main traits examined were grain number in the main spike, grain weight in the main spike, grain weight per plant and thousand-grain weight. For CA-64, all varieties followed the same general concentration-response pattern. Low and intermediate concentrations improved the majority of yield components, while the highest concentration reduced them.

At 0.01% CA-64, grain number per main spike increased by approximately 4–6% relative to the untreated control. The improvement in grain weight per main spike was much stronger and reached approximately 20–28%. Grain weight per plant increased by about 20–23%, while thousand-grain weight rose by approximately 4–7%.

The 0.02% concentration caused a substantially stronger response. On average, grain number increased by approximately 6%, grain weight per main spike by about 46%, grain weight per plant by approximately 39%, and thousand-grain weight by about 10%.

These values show that the largest treatment effects were not associated merely with the formation of more grains. Instead, the compounds primarily affected grain filling and the accumulation of dry matter in the reproductive organs. This conclusion is supported by the much larger changes in grain weight per spike and per plant compared with the more moderate change in grain number.

At 0.04%, CA-64 no longer produced a stimulatory response. Grain number decreased by approximately 1–2%, grain weight per main spike declined by almost 17%, grain weight per plant by approximately 10%, and thousand-grain weight by about 5%. Thus, increasing the concentration beyond the optimal range caused a clear deterioration of several components responsible for final yield.

Among the investigated structural characteristics, the most biologically meaningful differences were observed for grain weight per main spike, grain weight per plant and thousand-grain weight. Thousand-grain weight showed particularly important variability and can therefore be regarded as one of the most informative indicators of treatment response.

The effect of CA-79 on yield structure was qualitatively similar but quantitatively stronger. At 0.01%, the number of grains per main spike increased by approximately 5%. Grain weight per main spike increased by as much as 30%, grain weight per plant by up to 24%, and thousand-grain weight by approximately 5%.

The strongest response again occurred at 0.02%. At this concentration, grain number increased by approximately 7%, grain weight per main spike by approximately 49%, grain weight per plant by approximately 42%, and thousand-grain weight by around 11%.

These values indicate that CA-79 at 0.02% exerted the strongest overall influence on productivity formation. The compound affected several complementary elements simultaneously: more grains were formed, the mass of grain accumulated in the main spike increased substantially, total grain production per plant was enhanced, and individual kernels became heavier.

When the CA-79 concentration was raised to 0.04%, all major advantages

disappeared. Grain number was reduced by about 1%, grain weight per main spike by up to 16%, grain weight per plant by up to 9%, and thousand-grain weight by approximately 4–5%. The similarity of this response to that observed for CA-64 confirms that the transition from stimulation to inhibition is associated primarily with dose rather than with a unique toxic effect of only one compound.

Direct comparison of CA-64 and CA-79 confirms the greater activity of CA-79. Both compounds were beneficial at 0.01–0.02%, but at the optimal 0.02% concentration, CA-79 produced approximately 3% greater grain weight per main spike, about 3% greater grain weight per plant and around a 1% advantage in thousand-grain weight relative to CA-64.

Therefore, CA-79 appears to affect not only the establishment of reproductive sinks but also the subsequent filling of those sinks. The treatment promoted more efficient conversion of assimilates into grain dry matter, which ultimately resulted in a larger increase in final productivity.

The initial productivity of the tested cultivars differed substantially. Under control conditions, the highest natural potential was characteristic of LG Magirus, MIP Roksolana and Khvylia Dnipra. These varieties combined relatively strong baseline performance with a pronounced reaction to the optimal treatments.

Vezha had lower initial values for several traits but nevertheless responded positively to both compounds. LG Litopys started from a relatively lower level for some productivity characteristics, yet its response to stimulation was substantial, particularly under CA-79.

The genotypes most responsive in terms of yield structure were LG Magirus, LG Litopys, MIP Roksolana and Khvylia Dnipra. Vezha also demonstrated improvement, although the magnitude of the response was somewhat smaller.

This pattern suggests that the final agronomic effect of a growth regulator cannot be predicted solely from the baseline productivity of a cultivar. High-performing cultivars may respond strongly, but lower-performing material can also show a large relative improvement. Consequently, optimization of growth-regulator use should include both genotype and dose rather than relying on one treatment scheme for all varieties.

Factor analysis demonstrated that treatment concentration was the principal source of variation for several major agronomic and quality characteristics. The traits most strongly associated with compound dose were grain yield, grain weight of the main spike, grain weight per plant, thousand-grain weight.

Both CA-64 and CA-79 demonstrated the capacity to modify winter wheat performance, but their beneficial action was restricted to a clearly defined dose interval. The response of nearly all investigated traits followed the same general sequence: moderate stimulation at 0.01%, maximum stimulation at 0.02%, and suppression at 0.04%. The most effective treatment in the experiment was CA-79 at 0.02%. This concentration produced the strongest increase in grain yield, the most pronounced improvement in yield-structure characteristics. CA-64 at 0.02% also had a clear stimulatory effect, but its influence was consistently weaker. The superiority of CA-79 was particularly evident for grain weight per main spike, grain weight per plant

and thousand-grain weight. The concentration of 0.04% should be considered excessive for both compounds because it resulted in reductions in yield, yield components. This confirms that accurate dose regulation is essential when these substances are used as growth-regulating agents. Genotype substantially modified the expression of the treatment effect. Khvylia Dnipra, MIP Roksolana and LG Magirus combined strong baseline productivity with a pronounced positive response, while LG Litopys also responded particularly well to CA-79. Vezha showed a positive, although somewhat weaker, reaction. Overall, the results indicate that CA-64 and especially CA-79 may be considered promising growth-regulating compounds for winter wheat. Their practical effectiveness, however, depends on strict concentration control and appropriate varietal selection. The most promising approach is therefore not the universal application of a single treatment scheme, but the development of genotype-specific protocols in which compound identity and dose are adjusted to the biological characteristics of individual varieties.

References

1. Alebidi A., Abd El-Gawad M. G., Elmenofy H. M., Galal H., Rihan H. Z., Abdel-Sattar M. Challenges and adaptation strategies for improving quality and biochemical changes of Flame Seedless grapevines in Mediterranean environment under increasing climate variability. *Frontiers in Plant Science*. 2026. Vol. 16. Article 1732715. DOI: https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1732715.

2. Cohen I., Zandalinas S. I., Huck C., Fritschi F. B., Mittler R. Meta-analysis of drought and heat stress combination impact on crop yield and yield components. *Physiologia Plantarum*. 2021. Vol. 171, № 1. P. 66–76. DOI: https://doi.org/10.1111/ppl.13203.

3. Gao G., Zhang H., Duan Y., Fan S., Xue Z., Sun X., Ge H., Zhao C. Regulatory effects of optimized sowing date and seeding rate on yield formation in strong-gluten winter wheat. *Agronomy*. 2026. Vol. 16, № 5. Article 585. DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy16050585.

4. Nazarenko M., Khoroshun I. Estimation of effectivity of new growth regulators on winter wheat productivity and quality. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2025. Vol. 16, № 4. Article e25190. DOI: https://doi.org/10.15421/0225190.

5. Talaat N. B., Nesiem M. R. A., Gadalla E. G., Ali S. Putrescine, in combination with gibberellic acid and salicylic acid, improves date palm fruit quality via triggering protein and carbohydrate accumulation and enhancing mineral, amino acid, sugar, and phytohormone acquisition. *Journal of Plant Growth Regulation*. 2025. Vol. 44. P. 1249–1265. DOI: https://doi.org/10.1007/s00344-023-11134-5.

ВПЛИВ УДОБРЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЗЕЛЕНОЇ МАСИ КУКУРУДЗИ ГІБРИДУ МАНТІКОРА В УМОВАХ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

Баланюк С. І.[1], к. е. н.
Карбівська У. М.[2], д. с.-г. н., професор
Сітник А. А.[2], викладач
[1]Академія прикладних наук імені Вінцента Поля в Любліні,
Choiny, 2, Люблін, 20-816, Польща
[2]Карпатський національний університет імені Василя Стефаника,
вул. Шевченка 57, Івано-Франківськ, 76018, Україна

Кукурудза звичайна (*Zea mays* L.) – однорічна культура родини Тонконогові (*Poaceae*), яка вирізняється високою продуктивністю, екологічною пластичністю та значною інтенсивністю ростових процесів. Характерною особливістю культури є добре розвинена коренева система, потужне стебло, значна листкова поверхня та високий потенціал накопичення органічної речовини, що забезпечує формування значної надземної біомаси [1].

Кукурудза має важливе продовольче, кормове та технічне значення. Її зерно широко використовується у харчовій промисловості та тваринництві, а зелена маса – для заготівлі силосу та інших видів кормів. Водночас високий рівень продуктивності та значний вихід біомаси з одиниці площі зумовлюють перспективність кукурудзи як сировини для виробництва біоенергії. Рослинна маса та зерно культури можуть використовуватися для отримання біогазу, біоетанолу та інших видів біопалива, що розширює напрями її практичного застосування [2].

Висока біомасова продуктивність кукурудзи визначається комплексом її біологічних властивостей, серед яких особливе значення має С4-тип фотосинтезу. Такий тип фотосинтетичного метаболізму характеризується високою ефективністю фіксації вуглекислого газу та використання сонячної енергії, що сприяє інтенсивному утворенню сухої речовини. Унаслідок цього кукурудза за сприятливих умов вирощування здатна забезпечувати значне накопичення біомаси протягом відносно короткого вегетаційного періоду [3].

З огляду на високий потенціал продуктивності, ефективне накопичення біомаси та розвинену технологію вирощування кукурудза є перспективною культурою для формування сировинної бази біоенергетики в Україні [4]. Водночас реалізація її продуктивного потенціалу значною мірою залежить від забезпечення рослин елементами живлення, водними ресурсами, температурного режиму та інших агроекологічних чинників. У контексті сучасних кліматичних змін особливої актуальності набуває дослідження закономірностей формування біомаси кукурудзи за різних умов вирощування та визначення ефективних агротехнологічних заходів, спрямованих на підвищення її продуктивності та енергетичної цінності.

Експериментальні дослідження проводили впродовж 2023–2025 рр. на навчально-дослідному полігоні кафедри лісового і аграрного менеджменту Карпатського національного університету імені Василя Стефаника. Ґрунтовий покрив дослідної ділянки представлений дерново-підзолистим поверхнево-оглеєним ґрунтом важкоглинистого гранулометричного складу.

У досліді вивчали вплив шести варіантів удобрення на продуктивність кукурудзи. Контрольний варіант передбачав обробку рослин водою. Дослідні варіанти включали внесення мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{90}K_{90}$, застосування препаратів «БЛЕК ДЖЕК КС» та «Інтермаг Титан», а також їх поєднання з мінеральним удобренням у зазначеній дозі.

Результати трирічних досліджень свідчать про залежність урожайності зеленої маси кукурудзи гібриду Мантікора від застосованої системи удобрення та погодних умов років вирощування. У контрольному варіанті, де проводили лише обробку рослин водою, урожайність зеленої маси становила 16,38 т/га у 2023 р., 16,13 т/га у 2024 р. та 16,09 т/га у 2025 р., а середнє значення за роки досліджень – 16,20 т/га. Застосування мінеральних добрив у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ забезпечило підвищення урожайності до 17,92; 17,17 та 16,81 т/га відповідно у 2023–2025 рр. Середня урожайність зеленої маси за цього варіанта становила 17,30 т/га, що на 1,10 т/га, або 6,8 %, перевищувало контроль.

Застосування препаратів окремо також позитивно впливало на формування продуктивності культури. За використання «БЛЕК ДЖЕК КС» урожайність зеленої маси становила 17,26 т/га у 2023 р., 17,01 т/га у 2024 р. та 16,43 т/га у 2025 р., із середнім показником 16,90 т/га. Використання «Інтермаг Титан» забезпечило дещо вищі значення – 17,31; 17,06 та 16,45 т/га, відповідно, а середня урожайність становила 16,94 т/га. Таким чином, приріст порівняно з контролем становив відповідно 0,70 та 0,74 т/га, або 4,3 та 4,6%.

Найвищі показники продуктивності зеленої маси встановлено за комплексного застосування мінеральних добрив із досліджуваними препаратами. Поєднання $N_{90}P_{90}K_{90}$ з «БЛЕК ДЖЕК КС» забезпечило урожайність 18,10 т/га у 2023 р., 17,74 т/га у 2024 р. та 17,27 т/га у 2025 р. Середній показник за три роки становив 17,70 т/га, що на 1,50 т/га (9,3%) більше порівняно з контролем.

Максимальну середню урожайність зеленої маси кукурудзи гібриду Мантікора отримано за внесення $N_{90}P_{90}K_{90}$ у поєднанні з «Інтермаг Титан» – 17,67 т/га. У 2023 р. за цього варіанта сформовано 18,15 т/га, у 2024 р. – 17,67 т/га, а у 2025 р. – 17,19 т/га. Порівняно з контролем середній приріст урожайності становив 1,47 т/га, або 9,1%. Водночас різниця між двома комбінованими варіантами – $N_{90}P_{90}K_{90}$ + «БЛЕК ДЖЕК КС» та $N_{90}P_{90}K_{90}$+ «Інтермаг Титан» – за середньою урожайністю була незначною і становила 0,03 т/га.

Отже, найбільш ефективним щодо формування урожайності зеленої маси гібриду Мантікора в умовах проведеного досліду було комплексне застосування $N_{90}P_{90}K_{90}$+ «Інтермаг Титан», за якого отримано високий рівень продуктивності

культури в усі роки досліджень. Водночас за середньою урожайністю цей варіант лише незначно поступався поєднанню $N_{90}P_{90}K_{90}$ + «БЛЕК ДЖЕК КС».

Література

1. Єремко Л. С., Кирлиця А. О. Формування продуктивності кукурудзи залежно від мінерального удобрення і густоти посіву. *Таврійський науковий вісник*. 2025. № 143. Ч. 1. С. 98–105. DOI: https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143. 1.12.

2. Лавриненко Ю. О., Марченко Т. Ю., Забара П. П. Селекційні надбання та їх роль в стабілізації виробництва зерна кукурудзи в Україні. Міжнародний тематичний науковий збірник «Зрошуване землеробство». 2019. Вип. 72. С. 160–174. DOI: http://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.72.21.

3. Карбівська У. М., Сітник А. А. Оптимізація удобрення як чинник підвищення врожайності та якості рослин сорго цукрового і кукурудзи в Західному регіоні України. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво.* 2025. Вип. 78 (1). С. 69–78. DOI: https://doi.org/10.32636/01308521.2025-(78)-1-6.

4. Palamarchuk V., Krychkovskyi V., Skakun M. Study of the efficiency of growing maize for silage for processing into biogas and digestate. *Scientific Horizons.* 2024. 27 (1). P. 54–61. DOI: https://doi.org/10.48077/scihor1.2024.54 .

УШКОДЖЕННЯ ЗЕРНА КЛОПОМ ШКІДЛИВА ЧЕРЕПАШКА (*EURYGASTER INTEGRICEPS PUT.*) ЗА РІЗНОЇ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Бурикіна С. І., к. с.-г. н., старший дослідник
Сергєєв Л. А., к. с.-г. н., старший дослідник
Ужевська С. П., к. б. н., доцент
Жук М. М., к. с.-г. н., старший дослідник
Дзівінська Н. О., молодший науковий співробітник
Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН
с. Хліободарське, Одеський район, Одеська область, Україна

У новому стандарті на пшеницю (ДСТУ 3768:2019) передбачається нормування некласоутворюючого показника якості зерна пшениці м’якої – вміст зерен, пошкоджених клопом-черепашкою: рекомендовано значення пошкодження зерна клопом-черепашкою не більше ніж 1% для зерна 1-го класу; 2% – 2-го класу; 2% – 3-го класу; не обмежено – для 4-го класу [1, 2]. Ступінь пошкодження зерна залежить не лише від погодних умов, синхронізації фази розвитку рослин та життєвого циклу шкідника, а й від технології вирощування пшениці озимої.

Спостереження та обліки проводили в трьох господарствах Одеської області та на дослідному полі Одеської ДСДС ІКОСГ НААН, які різнилися технологіями вирощування пшениці озимої:

- ФГ «Дунайський аграрій» (Ізмаїльський район, с. Саф'яни); господарство органічного виробництва; в системі живлення та захисту використовуються лише біологічні препарати; обробіток ґрунту включає оранку раз на три роки, двох кратне дискування залишків попередника та передпосівну культивацію;
- дослідне поле Одеської ДСДС ІКОСГ НААН (Одеський район, с. Хліободарське); використовується ресурсозберігаюча технологія з диференційованим обробітком ґрунту;
- СФГ «Ізгрєв» (с. Камчик Білгород-Дністровського району); інтенсивна система захисту; обробіток ґрунту – no-till;
- ПП Агрофірма «Авангард» (с. Бикоза Білгород-Дністровського району); інтегрована система захисту; обробіток ґрунту – диференційований.

Територіально, всі місця спостережень розташовані у сухостеповій підзоні Південного Степу, тому визначальним фактором ушкодження зерна пшениці озимої клопом шкідливою черепашкою була система захисту посівів від шкідників: інтенсивна (СФГ «Ізгрєв»), інтегрована (дослідне поле Одеської ДСДС ІКОСГ і ПП АФ «Авангард») та органічна (ФГ «Дунайський аграрій»).

За рівнем ушкодженості зерна склався наступний ряд систем захисту: інтенсивна < інтегрована > органічна. Порівняно вищий рівень пошкодження зерна клопом-черепашкою зафіксовано при інтегрованій системі захисту, в середньому за місцями обліку – 3,07% проти інтенсивного захисту 0,90% (у 3,4 рази більше) (табл. 1). Але низький рівень заселення посіву пшениці шкідником і пошкодження ним зерна спостерігалося і при органічній системі захисту (0,89%), тобто на рівні інтенсивного. Така ситуація потребувала додаткових обліків для її пояснення, що й було виконано.

Таблиця 1

Ушкодження зерна озимої пшениці клопом шкідливою черепашкою за системами захисту

Локалітет	Система захисту	Кількість аналізованих зерен	Ушкодженість, %
СФГ «Ізгрєв»	Інтенсивна	446	0,90
ПП АФ «Авангард»	Інтегрована	571	2,28
Дослідне поле (Одеська ДСДС)		468	3,85
ФГ «Дунайський аграрій»	Органічна	336	0,89

Докладний аналіз ентомофауни посівів пшениці періоду обліку клопа шкідлива черепашка показав різкі коливання в кількості паразитоїдів цього

шкідника за інтенсивністю систем захисту. Якщо на полях СФГ «Ізгрєв» вони були відсутні, а у ПП АФ «Авангард» та на Дослідному полі відзначено незначну їх кількість, то при органічному захисті їх кількість перевищувала інтегрований в десятки разів. На даному етапі констатовано лише сам факт їх наявності та кількісної різниці між системами захисту. Паразитоїдів, що були відібрані, відправлено для ідентифікації, результати якої будуть надані та обговорені в наступних публікаціях.

Загалом між дослідженими системами захисту встановлено статистично достовірні відмінності (χ^2 = 12,63; p = 0,0055). Рівень пошкодження за інтегрованого захисту на Дослідному полі (с. Хліободарське) був достовірно вищим порівняно з інтенсивним (СФГ «Ізгрєв) (p = 0,004) та органічним (ФГ «Дунайський аграрій») (p = 0,012), тоді як різниця між однаковими за інтенсивністю системами захисту (Дослідне поле та ПП АФ «Авангард») – статистично не підтвердилася (p = 0,147).

Системи захисту мали вплив на кількісні та якісні параметри врожайності пшениці озимої (рис.1).

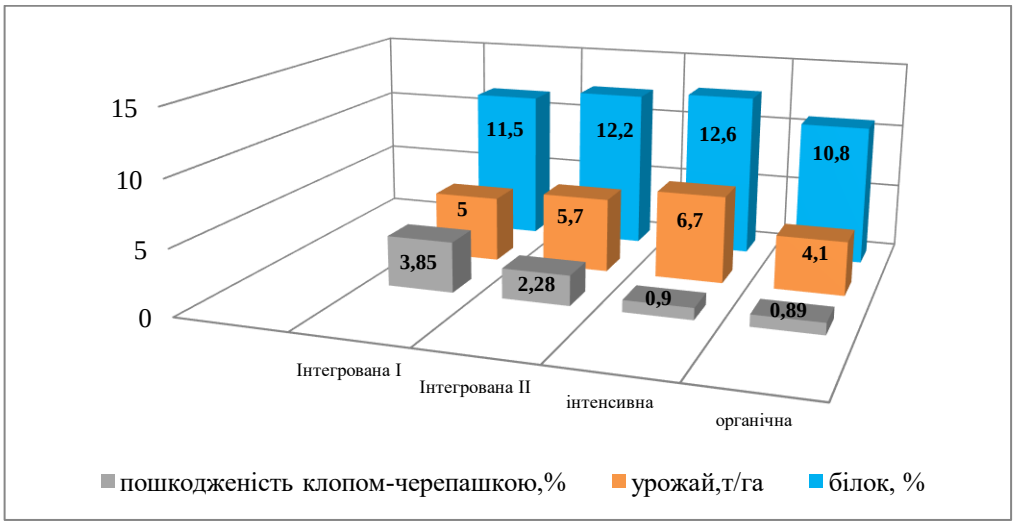


Рис. 1. Урожай та якість зерна пшениці за системами захисту

Максимальний урожай (6,7 т/га) з вмістом білка 12,6%, що відповідало вимогам ДСТУ 3768:2019 до другого класу, отримано при інтенсивному захисті (СФГ «Ізгрєв»); фермерське господарство АФ «Авангард» (Інтегрована II) отримало зерно третього класу (білок 12,2%) і зниження врожаю на 14,9% проти інтенсивної системи, а на дослідному полі Одеської ДСДС (Інтегрована I) зниження врожайності склало вже 25,4% і якість зерна відповідала вимогам 3 класу, але на межі мінімальності. Вплив клопа шкідлива черепашка на білковість зерна пшениці озимої відмічалося і в умовах Північного Степу України [3].

В указаних вище локалітетах спостерігається тісний обернений зв'язок між рівнем ушкодження зерна клопом черепашкою та урожайністю і білковістю зерна (r=-0,99), але при включенні показників органічного виробництва коефіцієнти парної кореляцію знижуються до незначних (r=- /0,14-0,10/), хоча і зберігається обернена залежність. Очевидно на кількісні та якісні показники

врожаю мали вплив й інші ланки технології вирощування, зокрема система живлення. Як показав аналіз технологій, система живлення СФГ «Ізгрєв» включала основне внесення мінерального добрива (NP) та два підживлення мінеральним азотом по вегетації; ФГ АФ «Авангард» – два підживлення мінеральним азотом; Дослідне поле (Одеська ДСДС) – одне підживлення мінеральним азотом, а спеціалісти господарства органічного виробництва провели два обприскування посіву з використанням біологічних препаратів (Споромакс В + Гумісил Д + Вермикон; Фітоспорін + Добродій Калій + Триходермін).

Таким чином, слід відзначити:

– інтенсивність системи захисту визначає ступінь ушкодження зерна пшениці озимої клопом шкідлива черепашка;

– урожайність та вміст білка в зерні пшениці озимої мають обернену залежність від ступеня ушкодження клопом шкідлива черепашка (коефіцієнт парної кореляції коливається від r=-0,99 до r=- 0,14);

– остаточні кількісні та якісні параметри врожаю пшениці озимої залежать від функції всіх ланок технологічного процесу вирощування.

Література

1. ДСТУ 3768: 2019. Пшениця. Технічні умови. [Чинний від 2019-01-06.]. Київ: Держспоживстандарт України, 2019. 17 с.
2. Глупак З. І., Радченко М. В., Данільченко О. М., Алієв Сімур. Основні зміни в новому стандарті на пшеницю. *Таврійський науковий вісник*. 2020. №111. С. 49–54. DOI: https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.6.
3. Ярчук І. І., Черних С. А., Лемішко С. М. Технологічна оцінка якості зерна сортів пшениці озимої, пошкодженої клопом шкідливою черепашкою (*EURYGASTER INTEGRICEPS PUT*.) в умовах Північного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2021. №120. С. 253–260. DOI: https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.32.

АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ МІКРОДОБРИВ У ПОСІВАХ СОНЯШНИКУ В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Вуколов А. Б., PhD
Цилюрик О. І., д. с.-г. н., професор
Дніпровський державний аграрно-економічний університет,
м. Дніпро, Україна

Соняшник є однією з провідних олійних культур у сільському господарстві України, площі посіву якого в Степовій зоні займають значну частку в структурі сівозмін. Проте сучасні зміни клімату, що супроводжуються

зростанням посушливості, підвищенням температурного режиму та нестабільністю опадів протягом вегетаційного періоду, висувають суворі вимоги до оптимізації елементів технології його вирощування. Одним із найважливіших чинників підвищення стійкості рослин до абіотичних стресів та реалізації їхнього генетичного потенціалу є збалансоване мінеральне живлення, зокрема своєчасне забезпечення мікроелементами [1].

Специфіка ґрунтово-кліматичних умов Північного Степу України полягає в тому, що на чорноземах звичайних нейтральної або слаболужної реакції доступність багатьох рухомих форм мікроелементів (особливо бору, цинку, заліза та марганцю) суттєво обмежується, особливо за умов дефіциту вологи в орному шарі. Традиційні методи діагностики дефіциту елементів живлення, які базуються на візуальній оцінці або відборі ґрунтових і рослинних зразків для подальшого хімічного аналізу, є недостатньо оперативними та трудомісткими. Втрата часу від моменту виникнення фізіологічного дефіциту до його усунення призводить до незворотного зниження продуктивності посівів [2].

У зв’язку з цим виключного значення набуває розробка та впровадження автоматизованих систем контролю та оцінки стану посівів на основі дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) та наземних оптичних сенсорів. Це дозволяє здійснювати оперативний моніторинг динаміки накопичення біомаси, рівня хлорофілу та просторової неоднорідності посівів, диференційовано застосовувати мікродобрива та об'єктивно оцінювати їхню фізіологічну й агрономічну ефективність [3].

Метою роботи було науково обґрунтувати та оцінити ефективність застосування автоматизованих систем оптико-спектрального моніторингу посівів соняшнику при внесенні різних комплексів хелатованих мікродобрив у критичні фази розвитку рослин в умовах Північного Степу України.

Для досягнення поставленої мети передбачалося вирішення таких завдань:

1. Дослідити динаміку спектральних індексів (NDVI, NDRE, EVI) у посівах соняшнику залежно від видів та доз мікродобрив у фази 2–3 пар справжніх листків та бутонізації.

2. Встановити ступінь кореляційного зв’язку між показниками автоматизованого моніторингу та біометричними параметрами рослин (площа листової поверхні, вміст хлорофілу, суха біомаса).

3. Визначити вплив автоматизованого оптимізованого застосування мікродобрив на елементи структури врожаю, насіннєву продуктивність та олійність соняшнику.

4. Оцінити економічну ефективність впровадження елементів точного землеробства та автоматизованого контролю в технологію вирощування соняшнику.

Польові дослідження проводилися протягом 2026 рр. на дослідному полі Дніпровського державного аграрно-економічного університету. Ґрунтовий покрив дослідної ділянки представлений чорноземом звичайним малогумусним середньосуглинковим із вмістом гумусу в орному шарі (0–30 см) 3,8–4,2%,

pH водного витягу – 6,8–7,2. Вміст рухомих форм фосфору та обмінного калію (за Чириковим) – високий, рухомого бору – 0,38–0,45 мг/кг, цинку – 0,62–0,78 мг/кг ґрунту, що відповідає низькому та середньому рівням забезпечення.

Схема польового досліду передбачала вивчення варіантів позакореневого підживлення соняшнику гібрида Європрим (помірковано-інтенсивного типу) на фоні основного мінерального удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$:

1. Контроль (без позакореневого підживлення, обробка водою);
2. Мікродобриво Комплекс Бор (1,0 л/га у фазу 2–3 пар листків + 1,0 л/га у фазу бутонізації);
3. Мікродобриво Комплекс Цинк (1,0 л/га у фазу 2–3 пар листків);
4. Полікомпонентне мікродобриво (B + Zn + Fe + Cu + Mn) (1,5 л/га у фазу 2–3 пар листків + 1,5 л/га у фазу бутонізації);
5. Автоматизовано-диференційоване внесення полікомпонентного мікродобрива на основі карт-завдань, сформованих за даними NDVI (норма 1,0–2,0 л/га залежно від зони дефіциту).

Автоматизований контроль здійснювали за допомогою квадрокоптера DJI Phantom 4 Multispectral, обладнаного мультиспектральною камерою (каналі Blue, Green, Red, RedEdge, Near Infrared). Моніторинг проводили кожні 3–5 днів після внесення препаратів. Обробку спектральних даних та побудову карт вегетаційних індексів здійснювали у програмному забезпеченні Pix4Dfields та QGIS. Одночасно вимірювали вміст хлорофілу за допомогою портативного оптичного хлорофілометра N-Tester (Yara) та N-Sensor [4].

Результати багаторазового мультиспектрального моніторингу засвідчили, що реакція посівів соняшнику на позакореневе підживлення хелатованими мікродобривами фіксується автоматизованими системами вже на 3–4 добу після обробки. Найбільш чутливим до змін фізіологічного стану рослин виявився вегетаційний індекс NDRE (Normalized Difference Red Edge Index), який більш точніше описує вміст хлорофілу в умовах високої зімкнутості листового апарату, а також традиційний індекс NDVI.

На динаміку показників NDVI суттєвий вплив мав склад застосованих мікродобрив та фаза розвитку рослин (табл. 1).

Як свідчать дані таблиці 1, у фазу 5–6 пар листків (через 7 днів після першого підживлення) значення NDVI у варіантах із внесенням мікродобрив перевищували контроль на 0,04–0,11 ум. од. Найбільш виражений приріст спектральних показників спостерігався на варіантах 4 та 5, де застосовувалося полікомпонентне мікродобриво. У фазу бутонізації показник NDVI досягав максимальних значень (0,81–0,84 ум. од.), що на 14,0–18,3% вище за контрольні рослини.

Важливо зазначити, що варіант із автоматизовано-диференційованим внесенням (варіант 5) показав найвищу вирівняність посіву за значеннями NDVI по площі ділянки. Коефіцієнт варіації (Cv) спектрального індексу на цьому варіанті знизився з 14,2% до 4,8%, що свідчить про ефективне нівелювання просторової неоднорідності ґрунтового родючості за допомогою точного внесення необхідних доз мікроелементів.

Таблиця 1

Динаміка вегетаційного індексу NDVI посівів соняшнику залежно від застосування мікродобрив у 2026 р.

Варіанти мікродобрив	Фаза розвитку соняшнику			
	2–3 пари листків (до обробки)	5–6 пар листків (через 7 днів)	Бутонізація	Цвітіння
1. Контроль (без підживлення)	0,32	0,54	0,71	0,68
2. Комплекс Бор (1,0 + 1,0 л/га)	0,31	0,58	0,78	0,76
3. Комплекс Цинк (1,0 л/га)	0,33	0,61	0,75	0,71
4. Полікомпонентне мікродобриво (1,5 + 1,5 л/га)	0,32	0,63	0,81	0,79
5. Автоматизовано-диференційоване внесення	0,32	0,65	0,84	0,82

Результати контактних вимірювань вмісту хлорофілу приладом N-Tester підтвердили дані дистанційного моніторингу. Вміст хлорофілу в листках соняшнику у фазу бутонізації за застосування полікомпонентного мікродобрива зростав від 42,5 ум. од. (на контролі) до 51,8–54,2 ум. од., що прямо сприяло підвищенню фотосинтетичної активності та розширенню площі листової поверхні на 12,4–16,8%.

Оцінка біометричних показників та елементів структури врожаю свідчить про суттєвий позитивний вплив оптимізації мікроелементного живлення на формування продуктивності кошика соняшнику (табл. 2).

Застосування борного мікродобрива (варіант 2) суттєво зменшувало кількість незиготичного (пустозерного) насіння в центрі кошика, що забезпечило зростання маси 1000 насінин на 4,4 г та врожайності на 0,34 т/га (12,8%). Цинк сприяв більш інтенсивному початковому росту та формуванню кореневої системи, забезпечивши приріст урожайності на 0,21 т/га.

Найвищу насіннєву продуктивність соняшнику отримано у варіанті 5 із застосуванням автоматизовано-диференційованої системи підживлення – 3,21 т/га, що переважало контрольний варіант на 0,57 т/га (21,6%), а варіант із суцільним внесенням того ж мікродобрива (варіант 4) – на 0,09 т/га. Це пояснюється тим, що при автоматизованому розподілі доз мікроелементів ділянки з пригніченим ростом отримували підвищені норми хелатів, що дозволило максимально вирівняти стеблостій і підвищити загальний збір зерна з одиниці площі.

Таблиця 2

Вплив мікродобрив на елементи структури врожаю та продуктивність соняшнику в 2026 р.

Варіант досліду	Діаметр кошика, см	Маса 1000 насінин, г	Насіннєва продуктивність, т/га	Приріст до контролю, т/га	Вміст олії, %
1. Контроль (без підживлення)	16,2	58,4	2,64	–	48,2
2. Комплекс Бор (1,0 + 1,0 л/га)	18,1	62,8	2,98	+0,34	49,5
3. Комплекс Цинк (1,0 л/га)	17,4	60,5	2,85	+0,21	48,9
4. Полікомпонентне мікродобриво (1,5 + 1,5 л/га)	19,0	65,2	3,12	+0,48	50,4
5. Автоматизовано-диференційоване внесення	19,5	66,8	3,21	+0,57	50,8

Окрім зростання урожайності, зафіксовано підвищення якісних показників насіння. Вміст олії під впливом полікомпонентного мікродобрива та автоматизованого підживлення зростав на 2,2–2,6% і досягав 50,4–50,8%.

Кореляційно-регресійний аналіз зібраних даних підтвердив наявність тісного зв'язку між показником NDVI у фазу бутонізації та урожайністю соняшнику ($r = 0,86$). Отримані рівняння регресії дозволяють з високою точністю (до 90–92%) прогнозувати майбутній урожай соняшнику за 30–40 днів до збирання, що є критично важливим для планування логістичних та економічних процесів у сільськогосподарських підприємствах.

Економічний аналіз показав, що впровадження автоматизованого моніторингу та диференційованого внесення мікродобрив, незважаючи на додаткові витрати на аерофотозйомку та аналітичну обробку даних (близько 250–300 грн/га), забезпечує високу окупність витрат за рахунок економії 10–15% бакових сумішей та отримання додаткового прибутку за рахунок збереженого врожаю. Рівень рентабельності вирощування соняшнику за даної технології зростав на 18,4–22,5% порівняно з базовою технологією.

Висновки

1. Автоматизований оптико-спектральний моніторинг із використанням БПЛА та розрахунком індексів NDVI і NDRE є високоефективним інструментом оперативного контролю стану посівів соняшнику та діагностики його потреби в мікроелементному живленні в умовах Північного Степу України.

2. Позакореневе застосування хелатованих мікродобрив викликає вірогідне зростання вегетаційних індексів вже на 3–5 добу після обробки.

Використання полікомпонентних препаратів підвищує показник NDVI у фазу бутонізації до 0,81–0,84 ум. од. (проти 0,71 на контролі).

3. Застосування автоматизовано-диференційованого внесення мікродобрив забезпечує нівелювання просторової неоднорідності посіву (зниження коефіцієнта варіації NDVI з 14,2% до 4,8%) та забезпечує максимальну врожайність соняшнику – 3,21 т/га з приростом до контролю 0,57 т/га (21,6%) і вмістом олії 50,8%.

4. Встановлено високий рівень кореляції (r = 0,86) між показниками дистанційного моніторингу у фазу бутонізації та підсумковою насіннєвою продуктивністю, що дозволяє використовувати автоматизовані системи для точного прогнозування врожайності.

Література

1. Базалій В. В., Добровольський А. В. Нові можливості підвищення ефективності виробництва продукції соняшника. *Таврійський науковий вісник*. 2015. Вип. 93. С. 3–6.
2. Вожегова Р. А., Малярчук М. П., Митрофанов О. П., Мігальов А. В., Малярчук В. В. Ефективність сучасних технологій вирощування соняшнику за різних умов зволоження та способів і глибини основного обробітку ґрунту на півдні України. *Техніка і технології АПК*. 2013. № 1. С. 19–22.
3. Куц Ю. В., Лисенко Ю. Ю., Момот А. С. Новітні системи та технології. Частина І. Загальні питання побудови та опрацювання даних в комп'ютерно-інтегрованих системах НКТД : навчальний посібник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 123 с.
4. Гамаюнова В. В., Коваленко О. А., Хоненко Л. Г. Сучасні підходи до ведення землеробської галузі на засадах біологізації та ресурсозбереження. *Раціональне використання ресурсів в умовах екологічно стабільних територій : колективна монографія* / за ред. П. В. Писаренка, Т. О. Чайки, І. О. Яснолюб. Полтава : ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс», 2018. С. 232–342.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРИПОСІВНОГО МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО

Галабан В. М., аспірант
Смірнов А. С., здобувач вищої освіти
Миколаївський національний аграрний університет,
м. Миколаїв, Україна

Ріпак озимий (*Brassica napus* L.) є важливою олійною культурою, продуктивність якої значною мірою визначається умовами росту та розвитку рослин в осінній період. Для формування високопродуктивного посіву необхідним є своєчасне забезпечення рослин доступними елементами

мінерального живлення вже на початкових етапах органогенезу. Особливе значення має припосівне, або стартове, живлення, за якого поживні речовини розміщуються безпосередньо в зоні розвитку кореневої системи. Наукові дослідження свідчать, що локалізоване внесення стартових добрив може стимулювати формування листкової розетки, розвиток кореневої системи, накопичення сухої речовини та підвищувати ефективність використання елементів живлення ріпаком озимим [1–3].

Метою досліджень було оцінити значення припосівного живлення у формуванні осіннього розвитку та продуктивності ріпаку озимого як прикладу ефективного використання стартових добрив у технологіях вирощування озимих культур.

Ріпак озимий характеризується високою потребою в елементах мінерального живлення. Важливим завданням осіннього періоду є формування добре розвиненої листкової розетки та потужної стрижневої кореневої системи, здатної накопичувати достатню кількість пластичних речовин для успішної перезимівлі та відновлення весняної вегетації. У цей період особливого значення набуває забезпечення рослин фосфором, калієм та доступними формами азоту. Фосфор бере участь у розвитку кореневої системи та енергетичному обміні, калій сприяє регуляції водного режиму та підвищенню стійкості рослин до несприятливих температурних умов, а азот необхідний для формування оптимальної надземної маси.

Припосівне внесення добрив має низку агрономічних переваг порівняно з традиційним суцільним внесенням. Розміщення поживних речовин поблизу насіння забезпечує їх доступність молодим рослинам у період, коли коренева система ще недостатньо розвинена. Особливо це важливо для фосфору, який характеризується відносно низькою рухомістю в ґрунті. Концентрація доступних фосфатів у безпосередній близькості до молодих коренів сприяє активнішому формуванню кореневої системи та підвищує ефективність використання добрив.

Дослідження, проведені на ріпаку озимому, показали, що використання мікрогранульованого стартового добрива в зоні висіву сприяло збільшенню сухої маси листкової розетки на 15–24% та підвищенню успішності перезимівлі приблизно на 6%. За трирічний період досліджень застосування стартового добрива забезпечило збільшення врожайності насіння на 0,26–0,44 т/га порівняно з варіантами без його застосування. Водночас автори наголошують, що ефективність стартового живлення залежить від дози основного добрива, погодних умов та ґрунтових властивостей [1].

Важливим є не лише склад припосівного добрива, але й спосіб його розміщення в ґрунті. За локалізованого внесення елементи живлення концентруються в зоні активного розвитку коренів, що може сприяти підвищенню коефіцієнта їх використання. У дослідженнях із механізованого вирощування озимого ріпаку локалізоване внесення добрив на певну глибину забезпечувало збільшення врожайності насіння та показників ефективності використання добрив порівняно із суцільним поверхневим внесенням. Найкращі

результати в одному з дослідів отримано за розміщення добрива на глибині близько 10 см [2].

Для умов вирощування ріпаку озимого важливо враховувати, що надмірне припосівне внесення азотних добрив може бути небажаним. Надлишкове азотне живлення восени здатне спричиняти надмірний розвиток надземної маси, що за несприятливих умов може негативно впливати на перезимівлю. Тому стартове живлення доцільно орієнтувати насамперед на забезпечення рослин доступним фосфором і калієм, а азот застосовувати в обґрунтованій дозі з урахуванням рівня забезпечення ґрунту та потреб культури.

Особливого значення припосівне фосфорне живлення набуває в умовах ризику низьких температур. Сучасні дослідження показують, що забезпечення ріпаку озимого фосфором може частково послаблювати негативний вплив промерзання на формування врожаю та накопичення фосфору рослинами. Водночас ефективна доза фосфорного добрива залежить від умов конкретного ґрунтово-кліматичного середовища, тому її необхідно визначати з урахуванням результатів агрохімічного аналізу ґрунту [3].

У технології вирощування ріпаку озимого припосівне живлення необхідно розглядати не як заміну основного та весняного удобрення, а як елемент системи оптимізації живлення рослин. Основним завданням стартового внесення є створення сприятливих умов для початкового росту, швидкого формування кореневої системи та листкової розетки. Сформовані восени рослини з добре розвиненим коренем і достатньою кількістю пластичних речовин мають кращі передумови для успішної перезимівлі та інтенсивного відновлення вегетації навесні.

Для умов Південного Степу України питання припосівного живлення озимих культур набуває додаткового значення через нерівномірність опадів, підвищений температурний режим та ризик дефіциту доступної вологи в період сівби. За таких умов ефективність стартового добрива визначається не тільки його дозою, а й формою елементів живлення, способом внесення, забезпеченістю ґрунту фосфором і калієм, вологістю ґрунту та строками сівби.

Таким чином, припосівне живлення ріпаку озимого є важливим технологічним прийомом, спрямованим на оптимізацію умов росту рослин на початкових етапах органогенезу. Локалізоване забезпечення доступними формами фосфору, калію та помірними дозами азоту сприяє формуванню добре розвиненої кореневої системи й листкової розетки, що створює передумови для успішної перезимівлі та реалізації продуктивного потенціалу культури. Ефективність цього прийому доцільно оцінювати комплексно – за показниками осінньої біомаси, розвитку кореневої системи, перезимівлі, структури врожаю, урожайності та окупності внесених добрив.

Висновки. Припосівне живлення є важливим елементом технології вирощування ріпаку озимого. Найбільш значущим завданням стартового удобрення є забезпечення молодих рослин доступними елементами живлення безпосередньо в зоні розвитку кореневої системи. Локалізоване застосування стартових добрив сприяє активнішому розвитку кореневої системи та листкової

розетки, може підвищувати успішність перезимівлі та створювати передумови для формування вищої врожайності. Раціональна система припосівного живлення повинна враховувати агрохімічні властивості ґрунту, погодні умови, рівень основного удобрення та біологічні потреби сорту або гібриду. Для умов Південного Степу України перспективним напрямом є подальше вивчення локалізованого внесення комплексних стартових добрив із фосфором, калієм, сіркою та мікроелементами.

Література

1. Dubis B., et al. Micro-Granulated Starter Fertilizer Effects on Growth and Productivity of Winter Oilseed Rape. Agronomy Journal. 2018. DOI: 10.2134/agronj2018.01.0046.

2. Fertilization depth effect on mechanized direct-seeded winter rapeseed yield and fertilizer use efficiency. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2022. DOI: 10.1002/jsfa.12122.

3. Effects of phosphorus fertilizer rates on oilseed rape yield, phosphorus uptake, and yield reduction caused by freezing injury. Plant Nutrition and Fertilizer Science. 2025. DOI: 10.11674/zwyf.2024581.

3. Cong R. H., Lu J. W. Estimating nutrient requirements for winter oilseed rape based on QUEFTS analysis. The Journal of Agricultural Science. 2016. DOI: 10.1017/S0021859615000301.

ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ САФЛОРУ КРАСИЛЬНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ, СИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ ТА ЗАХИСТУ РОСЛИН

Гамаюнова В. В., д. с.-г. н., професор
Миколаївський національний аграрний університет,
м. Миколаїв, Україна
Бакланова Т. В., к. с.-г. н., доцент
ДУ «Миколаївська державна сільськогосподарська дослідна станція ІКОСГ НААН», с-ще Полігон, Миколаївська область, Україна

Сафлор красильний є однією з перспективних олійних культур для вирощування в умовах Південного Степу України. За мінливого вологозабезпечення важливого значення набуває добір сорту та оптимізація систем живлення і захисту рослин, оскільки саме поєднання цих чинників визначає рівень реалізації продуктивного потенціалу культури [1, 2]. Контрастні погодні умови 2023–2025 рр. дали змогу оцінити реакцію сортів сафлору красильного на різні агротехнічні підходи за неоднакового рівня забезпечення вологою.

Мета досліджень – встановити вплив сортових особливостей, систем живлення та захисту рослин на формування врожайності сафлору красильного в умовах Південного Степу України.

Таблиця 1

Урожайність сафлору красильного за впливу досліджуваних факторів, т/га

Сорт (фактор А)	Система живлення (фактор В)	Система захисту (фактор С)	Рік вирощування			Середнє за 2023–2025 рр.
			2023	2024	2025	
Лагідний	без добрив	без захисту	1,61	1,48	0,91	1,33
		рекомендована	1,66	1,54	0,94	1,38
		оптимізована	1,67	1,55	0,96	1,39
	рекомендована	без захисту	1,85	1,70	1,06	1,54
		рекомендована	1,89	1,74	1,08	1,57
		оптимізована	1,91	1,78	1,09	1,59
	оптимізована	без захисту	1,93	1,75	1,09	1,59
		рекомендована	1.95	1,78	1,10	1,61
		оптимізована	1,97	1,81	1,12	1,63
Добриня	без добрив	без захисту	1,61	1,53	0,97	1,38
		рекомендована	1,68	1,57	1,01	1,42
		оптимізована	1,70	1,59	1,02	1,44
	рекомендована	без захисту	1,88	1,72	1,09	1,56
		рекомендована	1,93	1,77	1,12	1,61
		оптимізована	1,95	1,78	1,13	1,62
	оптимізована	без захисту	1,98	1,80	1,12	1,63
		рекомендована	2,04	1,83	1,11	1,67
		оптимізована	2,07	1,86	1,15	1,69
$НІР_{05}$ по фактору А			0,02	0,02	0,01	
по фактору В			0,08	0,07	0,05	
по фактору С			0,02	0,02	0,01	
взаємодія факторів АВС			0,09	0,10	0,07	

Польові дослідження проводили у 2023–2025 рр. в умовах Навчально-науково-практичного центру Миколаївського національного аграрного університету на чорноземі південному. Вміст гумусу в орному шарі становив 2,9–3,1%, забезпеченість доступними формами азоту була середньою, а рухомим фосфором і обмінним калієм – підвищеною. Дослідження проводили за трифакторною схемою. Фактор А – сорт: Лагідний і Добриня. Фактор В – система живлення: без добрив (контроль); рекомендована для зони доза $N_{60}P_{40}$; оптимізована система $N_{30}P_{30}K_{30}$ із обприскуванням ґрунту біопрепаратом Metavait Organic у нормі 10 л/га, передпосівною обробкою насіння та обробкою посівів у критичні періоди вегетації біопрепаратами і мікродобривами.

Фактор С – система захисту рослин: без захисту; рекомендована; оптимізована, що передбачала поєднання агротехнічних заходів із застосуванням препаратів біологічного походження. Досліди проводили у 4-кратній повторності. Урожайність визначали поділянково з перерахунком у т/га, статистичну обробку даних здійснювали методом дисперсійного аналізу з оцінюванням $НІР_{05}$ [3, 4].

Погодні умови років досліджень істотно різнилися. Найсприятливішим за вологозабезпеченням був 2023 р., у якому за березень–червень випало 257,4 мм опадів. У 2024 р. за цей період випало 161,5 мм, а у 2025 р. – лише 95,5 мм. Отже, сума опадів у 2025 р. була у 2,7 рази меншою, ніж у 2023 р., що істотно обмежувало ріст і розвиток рослин та формування врожайності.

Аналіз урожайності сафлору красильного свідчить про істотний вплив сорту, систем живлення та захисту рослин і погодних умов року. Найвищими рівні врожайності насіння сформовано у 2023 р., тоді як у 2025 р. вона знижувалася за всіма варіантами досліду. У середньому за 2023–2025 рр. сорт Добриня сформував дещо вищу врожайність порівняно із сортом Лагідний.Найнижчою середня врожайність визначена у варіанті без удобрення та захисту рослин: 1,33 т/га у сорту Лагідний і 1,38 т/га у сорту Добриня. Застосування систем захисту на неудобреному фоні забезпечувало позитивний, але менш виражений ефект порівняно з поліпшенням фону живлення.

Найбільший приріст урожайності забезпечувало вдосконалення системи живлення. У сорту Лагідний середня врожайність зростала з 1,37 т/га без добрив до 1,57 т/га за рекомендованої та до 1,61 т/га за оптимізованої систем (рис. 1). У сорту Добриня значення відповідно склали 1,41; 1,60 і 1,66 т/га.

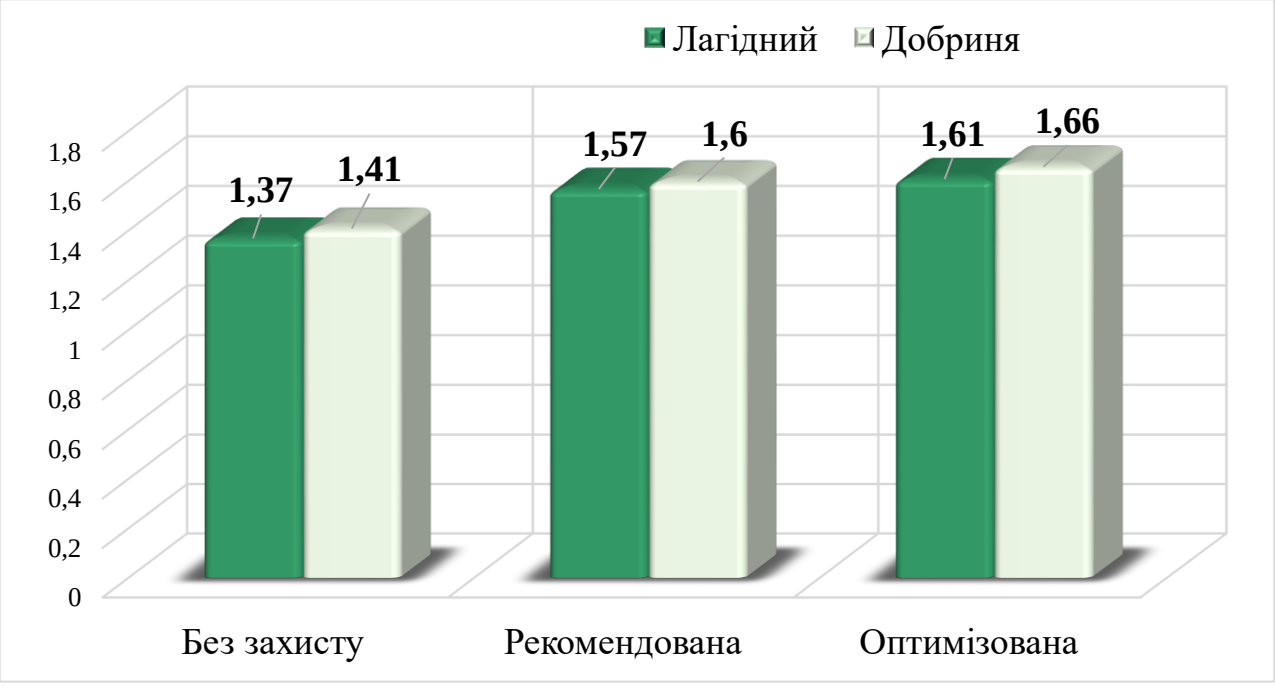


Рис. 1. Урожайність сортів сафлору красильного залежно від системи живлення, середнє за 2023–2025 рр., т/га

Система захисту рослин також позитивно впливала на урожайність, однак її дія більшою мірою проявлялася на удобрених фонах. У сорту Добриня за оптимізованої системи живлення врожайність підвищувалася з 1,63 т/га без захисту до 1,67 т/га за рекомендованої та 1,69 т/га за оптимізованої системи захисту. У сорту Лагідний за аналогічного фону живлення продуктивність зростала з 1,59 до 1,63 т/га.

Максимальну врожайність у досліді сформував сорт Добриня за поєднання оптимізованих систем живлення та захисту: 2,07 т/га у 2023 р., 1,86 т/га у 2024 р. і 1,15 т/га у 2025 р.; у середньому за три роки – 1,69 т/га. За вирощування сорту Лагідний за аналогічного поєднання факторів середня врожайність склала 1,63 т/га. Різниця між максимальним та мінімальним значенням варіантів у сорту Лагідний без удобрення та захисту становила 0,36 т/га.

Дисперсійним аналізом підтверджено достовірність впливу досліджуваних факторів. Значення $НІР_{05}$ для фактора А становили 0,02; 0,02 і 0,01 т/га у 2023, 2024 і 2025 рр.; для фактора В – 0,08; 0,07 і 0,05 т/га; для фактора С – 0,02; 0,02 і 0,01 т/га. Істотною була також взаємодія факторів АВС.

За результатами трирічних досліджень встановлено, що врожайність насіння сафлору красильного істотно залежала від сорту, систем живлення та захисту рослин і погодних умов року. Дещо вищу насіннєву продуктивність формував сорт Добриня. Максимальну середню врожайність – 1,69 т/га – отримано за поєднання сорту Добриня з оптимізованими системами живлення та захисту рослин; у сорту Лагідний за аналогічних умов вона стклала 1,63 т/га. Головним агротехнічним чинником підвищення врожайності насіння визначено систему живлення, а захист рослин посилював її ефект. Різке зниження рівня врожайності у 2025 р. за суми опадів 95,5 мм у березні–червні підтвердило істотну залежність реалізації продуктивного потенціалу сафлору від рівня вологозабезпечення.

Література

1. Baklanova T. V., Hamaiunova V. V., Sydiakina O. V., Khonenko L. H., Zelinskyi Yu. A. Niche phytoenergy crops as a component of oil crop diversification in Ukraine: a comparative analysis of the production dynamics of safflower, mustard, and hemp in the world, Europe, and Ukraine. Advances in Climate-Smart Agriculture and Agro-Energy Systems. Ankara : UBAK International Academy of Sciences Association Publishing House, 2026. P. 1–24. DOI: 10.5281/zenodo.19610756. ISBN 978-625-90157-8-1.
2. Зелінський Ю. А., Бакланова Т. В., Гамаюнова В. В., Сидякіна О. В., Хоненко Л. Г. Сафлор красильний у світовому агровиробництві та перспективи його вирощування в Україні за умов кліматичних змін.. In: *Innovation in der modernen Wissenschaft: Innovative Technologien; Informatik; Sicherheitssysteme; Landwirtschaft; Geologie, Geophysik und Geodäsie*. Monografische Reihe «Europäische Wissenschaft». Buch 50. Teil 2. 2026. Chapter 8. C. 120–149, 206–210.

3. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового досліду (зрошуване землеробство): навч. посіб. Херсон: Грінь Д. С., 2014. 448 с.

4. Рожков А. О., Каленська С. М., Пузік Л. М., Музафаров Н. М. Дослідна справа в агрономії. Книга 2. Статистична обробка результатів агрономічних досліджень: навч. посіб. Харків: Майдан, 2016. 298 с.

АДАПТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

Гамаюнова В. В., д. с.-г. н., професор
Даниленко О. П., здобувачка другого (магістерського) рівня вищої освіти
Миколаївський національний аграрний університет,
м. Миколаїв, Україна

Сучасні кліматичні зміни суттєво трансформують умови ведення сільськогосподарського виробництва, особливо вирощування зернових культур. Підвищення середньодобових температур, нерівномірність розподілу опадів протягом вегетаційного періоду, збільшення тривалості бездощових періодів, прояви ґрунтової та повітряної посухи зумовлюють необхідність удосконалення традиційних технологій вирощування. За таких умов особливого значення набувають культури, здатні ефективно використовувати наявні агрокліматичні ресурси та формувати сталу зернову продуктивність за дії несприятливих чинників середовища.

Перспективною культурою в цьому аспекті є тритикале (× *Triticosecale* Wittm.), яке поєднує високий потенціал зернової продуктивності та якості зерна пшениці з адаптивністю жита. Культура характеризується достатньо розвиненою кореневою системою, здатністю використовувати вологу й елементи живлення з різних шарів ґрунту та пристосовуватися до несприятливих умов вирощування. Водночас стійкість рослин до посухи, високих і низьких температур та інших абіотичних стресів значною мірою визначається генотипом [1, 2].

За посилення кліматичної нестабільності одним із основних елементів адаптивної технології є добір сортів із високою екологічною пластичністю та стабільністю врожайності. Перевагу доцільно надавати генотипам, здатним реалізовувати продуктивний потенціал у широкому діапазоні погодних умов, ефективно використовувати запаси ґрунтової вологи та зберігати продуктивність за короткочасного водного й температурного стресу. Дослідження тритикале озимого свідчать про істотну диференціацію генотипів за адаптивністю та реакцією на умови вирощування [2, 3]. Це дає можливість цілеспрямовано добирати сорти відповідно до ґрунтово-кліматичних особливостей конкретної зони.

Представлені на рис. 1 технологічні елементи доцільно розглядати не ізольовано, а як взаємопов'язану систему, оскільки ефективність кожного з них значною мірою визначається погодними умовами, властивостями ґрунту, біологічними особливостями сорту та рівнем ресурсного забезпечення технології.

Важливим чинником реалізації продуктивного потенціалу тритикале озимого є оптимізація строків сівби. Строк сівби визначає тривалість осінньої вегетації, інтенсивність кущення, розвиток кореневої системи, накопичення пластичних речовин та ступінь підготовленості рослин до перезимівлі. Надто рання сівба може спричиняти надмірний розвиток рослин восени та підвищувати ризики їх пошкодження, тоді як запізнення із сівбою обмежує формування повноцінного вузла кущення і кореневої системи. За умов зміни температурного режиму календарні строки сівби потребують коригування з урахуванням фактичних гідротермічних умов конкретного року. Дослідження в умовах Степу України підтверджують істотний вплив строків сівби у взаємодії з попередником на формування врожайності тритикале озимого [4].

Важливим елементом адаптивної технології є також раціональний добір попередника. Він визначає запаси продуктивної вологи, поживний режим ґрунту, його фітосанітарний стан та умови для своєчасного проведення основного і передпосівного обробітку. За дефіциту атмосферних опадів перевагу слід надавати попередникам, після яких зберігаються достатні запаси ґрунтової вологи та створюються сприятливі умови для одержання своєчасних і дружних сходів.

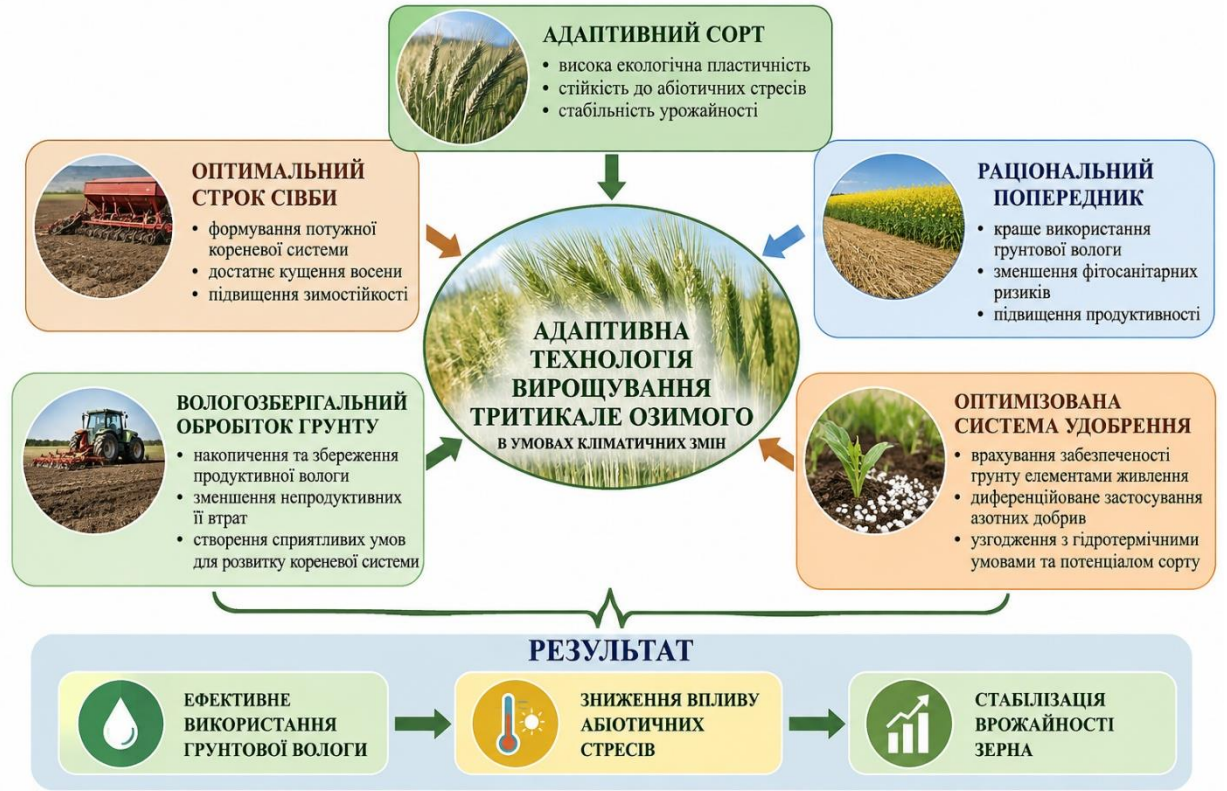


Рис. 1. Основні адаптивні елементи технології вирощування тритикале озимого в умовах кліматичних змін

В умовах посилення посушливості особливого значення набуває збереження та ефективне використання ґрунтової вологи. Система обробітку ґрунту має сприяти накопиченню атмосферних опадів, зменшенню непродуктивного випаровування, підтриманню оптимальних агрофізичних властивостей ґрунту та створенню сприятливих умов для розвитку кореневої системи. Доцільним є застосування технологічних прийомів, що передбачають збереження рослинних решток, скорочення зайвих механічних операцій та мінімізацію періоду між передпосівною підготовкою ґрунту і сівбою.

Вагоме місце в адаптивній технології належить оптимізації системи живлення рослин. Ефективність застосування мінеральних добрив залежить не лише від забезпеченості ґрунту елементами живлення, а й від його вологозабезпечення, попередника, біологічних особливостей сорту та погодних умов вегетаційного періоду. Особливої уваги потребує азотне живлення, оскільки реакція генотипів тритикале на його рівень може істотно відрізнятися [3]. За недостатнього зволоження надмірне внесення азотних добрив не завжди забезпечує відповідне підвищення продуктивності, тому систему удобрення доцільно диференціювати відповідно до фактичних гідротермічних умов і прогнозованого рівня врожайності.

Адаптивність технології передбачає також оперативне коригування агротехнічних заходів протягом вегетації. В умовах нестабільного клімату технологічні рішення мають базуватися не лише на багаторічних нормативних показниках, а й на оцінюванні фактичного стану посівів, запасів продуктивної вологи, температурного режиму та прогнозу погодних умов. Це дає змогу раціональніше використовувати матеріально-технічні ресурси та зменшувати ризики втрати потенційної продуктивності культури.

Таким чином, адаптація технології вирощування тритикале озимого до кліматичних змін має ґрунтуватися на комплексному поєднанні адаптивного сорту, оптимізованих строків сівби, раціонального добору попередника, вологозберігального обробітку ґрунту та диференційованої системи удобрення. Комплексне застосування зазначених елементів спрямоване на ефективніше використання ґрунтової вологи, зниження негативного впливу абіотичних стресів та стабілізацію зернової продуктивності тритикале озимого. У сучасних умовах така культура може відігравати важливу роль у диверсифікації зернового виробництва та підвищенні його стійкості до кліматичних ризиків.

Література

1. Гамаюнова В. В., Дворецький В. Ф., Сидякіна О. В., Глушко Т. В. Формування надземної маси ярих пшениці та тритикале під впливом оптимізації їх живлення на Півдні України. *Наукові горизонти*. 2017. Т. 20, № 2. С. 20–28.

2. Gołębiowska-Paluch G., Dyda M. The genome regions associated with abiotic and biotic stress tolerance, as well as other important breeding traits in triticale. *Plants*. 2023. Vol. 12, No. 3. Art. 619. DOI: https://doi.org/10.3390/plants12030619.

3. Щеченко Р. С. Адаптивність сортів тритикале озимого до абіотичних факторів середовища в умовах Східного Лісостепу України. *Селекція і насінництво*. 2026. Вип. 129. DOI: https://doi.org/10.30835/2413-7510.2026.129.02.

4. Гамаюнова В. В., Сидякіна О. В., Дворецький В. Ф. Формування врожаю тритикале ярого залежно від фону живлення та передпосівного оброблення насіння. *Наукові горизонти*. 2018. № 7–8 (70). С. 3–9.

ВПЛИВ ІННОВАЦІЙНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ

Голотін І. Г., аспірант
Подільський державний університет,
м. Кам'янець-Подільський, Україна

Продуктивність буряків цукрових формується під впливом складної сукупності генетичних, ґрунтово-кліматичних та технологічних чинників. Реалізація потенціалу сучасних гібридів значною мірою залежить від узгодженості строків сівби, рівня мінерального живлення, системи удобрення, стану листкового апарату та забезпеченості рослин доступними елементами живлення протягом вегетаційного періоду. За умов Західного Лісостепу додаткового значення набуває просторова неоднорідність ґрунтового покриву, оскільки різний гранулометричний склад, рівень родючості, карбонатність та водоутримувальна здатність ґрунтів зумовлюють неоднакову реакцію культури на технологічні впливи.

Сучасна технологія вирощування буряків цукрових поступово переходить від уніфікованої системи агротехнічних заходів до диференційованого управління продукційним процесом. Зміст інноваційного підходу полягає у визначенні оптимального співвідношення між ресурсним забезпеченням посіву та фактичними потребами рослин. Надмірна інтенсифікація окремого технологічного елемента не гарантує пропорційного підвищення врожайності. Продуктивна відповідь культури залежить від наявності інших ресурсів, фази розвитку рослин, ґрунтових властивостей і погодних умов.

Одним із найбільш чутливих параметрів технології виступає строк сівби. Початковий період вегетації визначає швидкість проростання насіння, формування густоти посіву, розвиток кореневої системи та тривалість періоду накопичення органічної речовини. Надто рання сівба за недостатнього прогрівання ґрунту може уповільнювати появу сходів, тоді як надмірне запізнення скорочує період вегетації та підвищує ризик дефіциту вологи у наступні фази розвитку. Отже, оптимальний строк сівби формується як результат взаємодії температурного режиму, вологості ґрунту та біологічних особливостей культури.

Результати виробничих досліджень Д. О. Кисельова, проведених у Західному Лісостепу протягом 2018–2024 рр., підтверджують залежність продуктивності буряків цукрових від строків сівби. У дослідженнях порівнювали п’ять часових інтервалів: до 1 квітня, 1–10 квітня, 10–20 квітня, 20 квітня – 1 травня та після 1 травня. Максимальний середній збір цукру 10,9 т/га сформувався за сівби 10–20 квітня. На чорноземах показник досягав 11,0 т/га [1, с. 125–127].

Ґрунтові умови істотно модифікували реакцію продуктивності на календарний строк сівби. На карбонатних і піщаних ґрунтах збір цукру змінювався від 9,2 т/га за найранішої сівби до 10,9 т/га за сівби 20 квітня – 1 травня. Після 1 травня показник знижувався до 9,5 т/га [1, с. 126–127]. Наведена динаміка характеризує нелінійний характер залежності продуктивності культури від строку сівби та підтверджує необхідність врахування агровиробничих властивостей ґрунту під час визначення оптимального періоду польових робіт.

Регресійний аналіз у межах проведених досліджень підтвердив статистично виражений зв’язок між строком сівби та продуктивністю буряків цукрових. Коефіцієнт детермінації моделі становив близько 0,89 [1, с. 128]. Високе значення показника характеризує значну частку варіації продуктивності, пов’язану зі зміною строку сівби. Наукова цінність результату полягає у підтвердженні можливості математичного опису реакції культури на календарний фактор, а практична у формуванні передумов диференційованого визначення строків проведення посівної кампанії.

Поряд зі строками сівби одним із визначальних чинників продуктивності виступає азотне живлення. Азот бере участь у формуванні листкового апарату, синтезі білкових сполук та накопиченні органічної речовини. Водночас продуктивна реакція рослин на збільшення дози азоту має межу. Після досягнення достатнього рівня забезпечення додаткове внесення азотних добрив не супроводжується відповідним приростом урожайності, а надлишкове азотне навантаження може негативно позначатися на якості коренеплодів.

Польові дослідження Д. О. Кисельова, проведені протягом 2018–2024 рр. у ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу, показали формування найвищої продуктивності переважно в межах 140–170 кг N/га. На чорноземах і лесових ґрунтах ефективний діапазон становив близько 140–160 кг N/га, тоді як карбонатні та піщані ґрунти характеризувалися потребою у дещо вищому рівні азотного забезпечення 170–180 кг N/га [2, с. 29–30].

Перевищення дози 180 кг N/га не забезпечувало пропорційного збільшення врожайності. Одночасно знижувалася цукристість коренеплодів та підвищувався вміст α-амінного азоту [2, с. 29–30]. Отже, максимізація азотного живлення не відповідає принципу оптимізації продуктивності. Агрономічно обґрунтована система живлення повинна передбачати визначення межі, за якої додаткова одиниця азоту забезпечує економічно та біологічно виправданий приріст продукції.

Наведена закономірність має особливе значення у контексті інноваційного розвитку технології вирощування. Застосування високих доз добрив без урахування фактичного запасу доступного азоту в ґрунті збільшує ресурсне навантаження, однак не обов'язково підвищує збір цукру. Раціональне азотне живлення передбачає врахування ґрунтової забезпеченості, потенціалу гібриду, погодних умов та очікуваної врожайності. Диференціація дозування за агровиробничими характеристиками поля забезпечує вищу точність технологічного управління порівняно з уніфікованим внесенням однакової кількості добрив на всій площі.

Додатковим інструментом регулювання продукційного процесу є позакореневе живлення. Фізіологічна ефективність листкового підживлення пов'язана з можливістю оперативного надходження поживних елементів через листкову поверхню у періоди підвищеної потреби рослин. Значення позакореневого внесення особливо зростає за умов, коли коренева система тимчасово не забезпечує необхідної інтенсивності надходження окремих елементів із ґрунту.

Дослідження М. Л. Тирусь, проведені протягом 2009–2011 рр. на темно-сірих опідзолених легкосуглинкових ґрунтах Західного Лісостепу, засвідчили позитивний вплив комплексного листкового підживлення на формування маси коренеплодів. Поєднання карбаміду, сульфату магнію та мікродобрива Кристалон забезпечувало масу коренеплоду на рівні 303–312 г залежно від способу основного обробітку ґрунту. Порівняно з контрольним варіантом приріст становив 77–80 г [3, с. 99–101].

Фізіологічна обґрунтованість комплексного підживлення пов'язана з функціональною взаємодією азоту, магнію, сірки та мікроелементів у процесах фотосинтезу, синтезу білкових сполук та формування асиміляційної поверхні. Застосування комбінації поживних компонентів створює умови для більш повного використання потенціалу листкового апарату, а сформована асиміляційна поверхня безпосередньо впливає на накопичення пластичних речовин у коренеплоді [3, с. 100–101].

Системний характер взаємозв'язку між живленням та продуктивністю підтверджують результати досліджень А. Т. Мартинюка, Г. М. Господаренка, В. В. Любича та О. Ю. Стасінєвич, проведених у Правобережному Лісостепу протягом 2021–2023 рр. На чорноземі опідзоленому важкосуглинковому порівнювали мінеральну, органічну та органо-мінеральну системи удобрення. За органо-мінеральної системи приріст урожайності порівняно з контролем становив 13,2–20,4 т/га, за мінеральної системи 10,7–20,3 т/га [4, с. 253–255].

За мінерального удобрення $N_{180}P_{180}K_{180}$ площа листкової поверхні в липні досягала 5268 см^2/рослину, а маса коренеплоду у вересні 639 г [4, с. 252–253]. Кореляційний аналіз показав високий зв'язок між площею листкової поверхні та масою коренеплоду в липні $r = 0,89$. У серпні коефіцієнт кореляції знижувався до 0,43, у вересні до 0,32 [4, с. 253]. Зниження сили зв'язку протягом вегетації вказує на зміну співвідношення між розвитком асиміляційного апарату та накопиченням маси коренеплоду.

Сукупний аналіз наведених результатів дає підстави розглядати продуктивність буряків цукрових як інтегральний показник функціонування агроценозу. Строк сівби визначає початкові умови росту, система удобрення формує довготривалу основу мінерального забезпечення, азотне живлення регулює інтенсивність ростових процесів, а позакореневе підживлення забезпечує оперативне коригування елементного живлення. Взаємодія перелічених чинників визначає кінцевий рівень урожайності та якісні характеристики коренеплодів.

Принципова особливість інноваційної технології полягає у переході від максимізації окремого технологічного ресурсу до оптимізації всієї системи виробничих чинників. Висока доза азоту без відповідного рівня вологозабезпечення не гарантує реалізації потенціалу врожайності. Ранній строк сівби без достатньої температурної готовності ґрунту може погіршувати польову схожість. Розширення листкової поверхні за надлишкового азотного живлення не обов'язково супроводжується відповідним підвищенням збору цукру. Отже, технологічна ефективність формується на основі узгодженості окремих елементів, а не шляхом механічного збільшення інтенсивності агротехнічного впливу.

Важливою методологічною передумовою оцінювання технологічних інновацій виступає розмежування урожайності коренеплодів та збору цукру. Високий урожай коренеплодів не завжди відповідає високій продуктивності цукрового виробництва. Зниження цукристості за надмірного азотного живлення здатне нівелювати частину ефекту від збільшення маси коренеплодів [2, с. 29–30]. Тому інтегральним критерієм результативності технології доцільно вважати збір цукру з одиниці площі, доповнений показниками якості сировини та ресурсної ефективності.

Для Західного Лісостепу особливо перспективною є диференціація технологічних рішень відповідно до ґрунтової неоднорідності. Чорноземи, темно-сірі опідзолені, карбонатні та піщані ґрунти характеризуються різними умовами забезпечення рослин вологою і поживними речовинами. Відмінності ґрунтового середовища зумовлюють різну реакцію на строки сівби та рівень азотного живлення [1, 2]. Відповідно, однакова технологічна схема на всій площі господарства не забезпечує однакової продуктивної віддачі ресурсів.

Подальше технологічне вдосконалення вирощування буряків цукрових пов'язане з поєднанням агрохімічної діагностики, моніторингу стану рослин, диференційованого внесення добрив та оперативного коригування живлення. Цифрові технології у такій системі виконують функцію інформаційного забезпечення управлінських рішень. Картографування неоднорідності поля, дистанційне визначення стану посівів, аналіз ґрунтової забезпеченості та прогнозування продуктивності створюють передумови для точнішого визначення потреби культури у ресурсах.

Отже, інноваційний компонент технології вирощування буряків цукрових доцільно визначати через здатність агротехнологічної системи забезпечувати диференційоване управління продукційним процесом. Науково обґрунтовані

строки сівби, оптимізоване азотне живлення, комплексне листкове підживлення та раціональне поєднання органічних і мінеральних добрив формують взаємопов'язану систему технологічних рішень. Результативність системи визначається не максимальною інтенсивністю окремого заходу, а відповідністю кожного технологічного параметра конкретним ґрунтово-кліматичним умовам.

Аналіз результатів досліджень дає підстави сформулювати науково-практичне положення: підвищення продуктивності буряків цукрових у Західному Лісостепу має ґрунтуватися на адаптивній оптимізації технології, за якої строк сівби, рівень азотного живлення, система удобрення та позакореневе підживлення розглядаються як взаємопов'язані регулятори продукційного процесу. Даний підхід забезпечує перехід від екстенсивного нарощування ресурсного забезпечення до раціонального використання природного потенціалу ґрунту, біологічних можливостей культури та технологічних ресурсів.

Перспективним напрямом подальших досліджень є розроблення математичних моделей, здатних інтегрувати ґрунтові, погодні та технологічні параметри в єдину систему прогнозування врожайності й збору цукру. Формування адаптивних моделей вирощування сприятиме диференціації технологічних операцій у межах окремих полів та агровиробничих ділянок, підвищенню стабільності продуктивності посівів і зменшенню непродуктивних витрат ресурсів.

Література

1. Кисельов Д. О. Оптимізація строків сівби цукрового буряка для підвищення врожайності в короткоротаційних сівозмінах Західного Лісостепу України. *Аграрні інновації*. 2025. № 32. С. 125–130. DOI: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.32.18.

2. Кисельов Д. О. Взаємозв'язок азотного живлення та продуктивності цукрового буряка: результати польових досліджень у Західному Лісостепу України. *Агронаука і практика*. 2026. Т. 5, № 1. С. 29–32. DOI: https://doi.org/10.32636/agroscience.2026-(5)-1-4.

3. Тирусь М. Л. Ефективність листкового підживлення цукрових буряків на темно-сірих опідзолених ґрунтах Західного Лісостепу. *Агроекологічний журнал*. 2018. № 2. С. 97–101. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2018.157921.

4. Мартинюк А. Т., Господаренко Г. М., Любич В. В., Стасінєвич О. Ю. Формування площі листкової поверхні та врожайності буряку цукрового залежно від удобрення в Правобережному Лісостепу. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2024. Вип. 104, Ч. 1. С. 249–257. DOI: https://doi.org/10.32782/2415-8240-2024-104-1-249-257.

ЯКІСТЬ ЗЕРНА ЯЧМЕНЮ ЯРОГО В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Гончаренко Є. В., аспірант
Добровольський А. В., к. с.-г. н.
Миколаївський національний аграрний університет,
м. Миколаїв, Україна

Ячмінь ярий (*Hordeum vulgare* L.) належить до важливих зернових культур світового та вітчизняного виробництва, що зумовлено його високою екологічною пластичністю, відносно коротким періодом вегетації та широким спектром господарського використання зерна у кормовій, харчовій і пивоварній галузях [1-3]. За сучасних кліматичних тенденцій, які супроводжуються зростанням температурного навантаження та частішим проявом посушливих умов, актуальним завданням є вдосконалення технологічних підходів до вирощування культури з метою стабілізації її продуктивності та підвищення якісних характеристик зерна.

Експериментальні дослідження проводили у 2023–2025 рр. в умовах Навчально-науково-практичного центру Миколаївського національного аграрного університету.

Схема досліду включала наступні варіанти: Фактор А – сорт: 1. Надійний; 2. Таманго. Фактор В – передпосівна обробка насіння: 1. Контроль (без обробки); 2. Фітоцид-р (1 л/т); 3. МікоФренд (1 л/т). Фактор С – позакореневе підживлення посівів: 1. Обробка водою; 2. HELPROST® Універсальний (2 л/га); 3. ГуміФренд (0,5 л/га).

Підживлення посівів добривами проводили двічі за вегетацію – на початку фаз виходу рослин ячменю ярого у трубку та колосіння. Норма робочого розчину складала 200 л/га.

Агротехніка вирощування ячменю ярого в дослідах була загальноприйнятою для Степової зони. Попередником під ячмінь ярий в дослідах була пшениця озима. Сівбу проводили рядковим способом (15 см) при настанні фізичної стиглості ґрунту сівалкою СЗ-3,6, норма висіву – 3,5 млн шт./га. Залежно від особливостей року сівбу проводили в третій декаді березня – першій декаді квітня. Мінеральні добрива вносили в дозі $N_{30}P_{30}$.

Одним із найважливіших показників, який визначає господарську цінність ячменю ярого, напрямок його використання та економічну ефективність вирощування є якість зерна. Уміст білка в зерні залежить від сортових особливостей та гідротермічних умов періоду наливу зерна, які визначають інтенсивність накопичення білкових речовин і співвідношення між синтезом білка та крохмалю. Нашими дослідженнями встановлено, що застосування біологічних препаратів позитивно позначилося на накопиченні білка у зерні ячменю ярого досліджуваних сортів. У середньому за роки досліджень та по варіантам використання передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення посівів, дещо більшим вмістом білку характеризувався сорт

Надійний – 12,2%, що перевищило показники сорту Таманго на 1,6 відносних відсотків.

Передпосівна обробка насіння біопрепаратами сприяла формуванню дещо вищої урожайності зерна з більшими показниками вмісту білка в ньому. Так, у середньому за роки досліджень та по варіантам позакореневого підживлення посівів, за використання Фітоцид-р вміст білка в зерні сорту Надійний становив 12,2%, а сорту Таманго – 12,1%, що перевищило показники контрольного варіанту досліду на 2,5 – 3,3 відносних відсотків. Дещо вищі показники забезпечувала інокуляція насіння препаратом МікоФренд – 12,3 – 1,5% залежно від досліджуваного сорту, що перевищило контроль на 4,1 – 5,6 відносних відсотків відповідно.

Слід відмітити, що найбільшим вмістом білка в зерні характеризувався сорт Надійний за передпосівної обробки насіння препаратом МікоФренд та проведення позакореневих підживлень рослин у період вегетації препаратом HELPROST®Універсальний – 12,7%, що перевищило показники інших варіантів досліду на 1,6 – 8,7 відносних відсотків.

Аналогічно змінювалися і показники натури зерна досліджуваних сортів ячменю ярого. У середньому за 2023 – 2025 рр. натура зерна сорту Надійний змінювалася від 655 до 675 г/л, тоді як у сорту Таманго – від 662 до 685 г/л. Передпосівна обробка насіння препаратом Фітоцид-р підвищувала натуру зерна, в середньому по варіантам позакореневого підживлення, на 5–8 г/л, а застосування МікоФренду – на 10 – 13 г/л порівняно з контролем. Позакореневе підживлення препаратом HELPROST®Універсальний забезпечувало додатковий приріст натури зерна на 8 – 10 г/л, тоді як застосування препарату ГуміФренд – на 4–6 г/л.

Дослідженнями встановлено, що найбільшу натуру зерна забезпечило сумісне застосування препарату МікоФренд для передпосівної обробки насіння та препарату HELPROST®Універсальний для позакореневого підживлення посівів. Так, у середньому за роки досліджень, натура зерна сорту Надійний становила 675 г/л, а сорту Таманго – 685 г/л, що перевищило показники контрольного варіанту досліду на 20,0–23,0 г/л або на 3,0–3,4%.

Сорт Таманго, у середньому за роки досліджень, формував зерно з вищою натурою – на 9 г/л або на 1,3% порівняно з сортом Надійний, що свідчить про його кращу виповненість та вищі технологічні якості.

Результати наших досліджень свідчать, що вміст крохмалю у зерні ячменю ярого залежав від сортових особливостей, передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень. У середньому за 2023 – 2025 рр. сорт Таманго характеризувався дещо вищим накопиченням крохмалю порівняно із сортом Надійний, що узгоджується з його більшою масою 1000 зерен, вищою натурою та урожайністю зерна.

У сорту Надійний вміст крохмалю залежно від варіантів досліду і склав 58,5 – 59,6%. Максимальне значення (59,6%) отримано на контрольному варіанті без застосування біологічних препаратів і позакореневого підживлення, тоді як найменший вміст (58,5%) відмічено за комплексного використання

передпосівної обробки насіння препаратом МікоФренд та позакореневого підживлення HELPROST®Універсальний. Порівняно з контролем вміст крохмалю зменшився на 1,1 відсоткових пунктів.

У зерні сорту Таманго вміст крохмалю був дещо вищим і становив 59,0–60,1%. Найбільше накопичення крохмалю спостерігалося у контрольному варіанті – 60,1%, тоді як мінімальне 59,0% – за поєднання передпосівної обробки насіння препаратом МікоФренд із позакореневим підживленням HELPROST®Універсальний.

Передпосівна обробка насіння препаратом Фітоцид-р знижувала вміст крохмалю в середньому на 0,3 – 0,4%, тоді як застосування МікоФренду – на 0,6–0,8% порівняно з контрольним варіантом досліду. Серед варіантів позакореневого підживлення рослин у період вегетації найбільший вплив на зменшення частки крохмалю мав препарат HELPROST®Універсальний, після застосування якого показник був на 0,3–0,5% нижчим, ніж у варіанті без підживлення. Препарат ГуміФренд також дещо зменшував вміст крохмалю, однак його вплив був менш вираженим.

Отже, застосування біологічних препаратів позитивно впливає на формування технологічних показників якості зерна. Найвищий вміст білка отримано у сорту Надійний за сумісного використання передпосівної обробки насіння препаратом МікоФренд і позакореневого підживлення HELPROST® Універсальний – 12,7%, тоді як найбільшу натуру зерна сформував сорт Таманго – 685 г/л, що на 9 г/л або на 1,3% більше за показники по сорту Надійний.

Сумісне застосування препаратів МікоФренд і HELPROST® Універсальний забезпечувало найефективніше поєднання високої урожайності та покращення основних показників якості зерна. Незважаючи на незначне зменшення вмісту крохмалю (на 0,6–1,1 відсоткового пункту порівняно з контролем), цей варіант сприяв інтенсивнішому накопиченню білка, підвищенню натури зерна та реалізації продуктивного потенціалу обох сортів, що свідчить про доцільність його використання за вирощування ячменю ярого в умовах Південного Степу України.

Література

1. Заєць С. О., Кисіль Л. Б. Фотосинтетична діяльність рослин і врожайність зерна ячменю озимого (*Hordeum vulgare* L.) залежно від сорту, строків сівби та регуляторів росту. Біоресурси і природокористування. 2019. Т. 11, № 1–2. С. 90–97.

2. Криворучко Р. Ф., Кириченко В. В. Формування морфоструктури та продуктивності сортів ячменю ярого залежно від системи удобрення. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 79(3). С. 19–24.

3. Кубрак Т. М., Мельник А. В. Вплив сортових особливостей та застосування регуляторів росту на морфологічні параметри рослин ячменю ярого в умовах Північно-Східного Лісостепу України. *Таврійський науковий*

вісник. Серія: Сільськогосподарські науки. 2025. Вип. 146. Ч. 1. С. 59–70. DOI: https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.1.7.

ПОСІВНІ ЯКОСТІ ГОРОХУ ОЗИМОГО ЗА ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ ПРОТРАВНИКІВ

Гурманчук О. В., к. с.-г. н., доцент
Шиша М. В., здобувач третього рівня вищої освіти
за спеціальністю H1 «Агрономія»
Грицюк Н. В., к. с.-г. н., доцент
Плотницька Н. М., к. с.-г. н., доцент
Невмержицька О. М., к. с.-г. н., доцент
Поліський національний університет
м. Житомир, Україна

Площі посівів гороху в Україні знаходяться в межах 0,2–0,3 млн га., що майже в 10 разів менше, порівняно з іншою більш поширеною бобовою культурою – соєю. Наразі серед агровиробників набирають популярності озимі сорти гороху. Їх перевага перед ярими сортами полягає у більш ефективному використанні вологи, що накопичилася в ґрунті за осінньо-зимовий період, а серед недоліків слід відзначити ймовірність вимерзання в зимовий період [1].

Основна цінність гороху озимого в тому, що він забезпечує себе азотом на період вегетації і залишає певну його частку наступній культурі, саме тому є досить гарним попередником для більшості сільськогосподарських культур [2].

Для одержання сталих високих урожаїв гороху озимого необхідно дотримуватися технології його вирощування. Зокрема: вибору попередника, способу обробітку ґрунту, удобрення, догляду, тощо. Проте, горох може піддаватися негативному впливу шкідливих організмів. Зокрема, горох озимий найчастіше пошкоджують такі шкідник як: гороховий зерноїд (*Bruchus pisorum* L.), горохова попелиця (*Acyrthosiphon pisum* L.), гороховий трипс (*Kakothrips robustus* Uz.) та інші [5].

Найбільш поширеними хворобами на горосі є фузаріозна коренева гниль (*Fusarium* Link.), пероноспороз (*Peronospora pisi* Syd.), борошниста роса (*Erysiphe communis f. pisi* (H.A. Dietr.) Jacz.), іржа (*Uromyces pisi* (Pers.)), блідоплямистий аскохітоз (*Ascochyta pisi* Lib.), тощо.

До основних захворювань, які передаються через насіння гороху, належать сіра та біла гнилі, оливкова пліснява, фузаріоз, аскохітоз і пероноспороз. При наявності грибної інфекції в насіннєвому матеріалі погіршуються його посівні якості і знижується здатність рослин до перезимівлі. Наявність бактеріальної інфекції призводить до того, що насіння не проростає або гине відразу після сходів. У період вегетації гороху важливим фактором є вчасне застосування захисних заходів від бур'янів, шкідників і збудників хвороб. Агротехнічні заходи, що можуть використовуватися як превентивні, дозволяють створити

умови для обмеження росту, розвитку та поширення збудників захворювань [4, 7].

Важливим елементом технології вирощування озимого гороху є правильно організована сівозміна з врахуванням оптимальних попередників. Розміщувати горох після бобових культур, включно з багаторічними, небажано, оскільки це може сприяти накопиченню патогенних організмів у ґрунті [6].

Для захисту насіннєвого матеріалу від шкідливих організмів досить ефективним є використання протруйників. Проте їх ефективність залежить від низки факторів, включаючи ґрунтово-кліматичні умови.

Лабораторні дослідження, що були проведені протягом 2025–2026 рр. на базі Поліського національного університету, були спрямовані на вивчення впливу фунгіцидних і фунгіцидно-інсектицидних протруйників на патогенну мікрофлору та процеси росту насіння озимого гороху. Дослідження проводилися згідно ДСТУ 4138-2002 [3].

Результати проведених досліджень свідчать про те, що протруйники мають різний вплив на енергію проростання і схожість насіння у лабораторних умовах (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив протруйників на посівні якості насіння гороху озимого (лабораторний дослід, сорт Балтрап, 2025–2026 рр.)

Варіанти досліду	Енергія проростання, %	Лабораторна схожість, %
Контроль (обробка водою)	91,4	95,0
Максим XL 035 FS, т.к.с., 1,0 л/т	97,3	98,4
Февер 300 FS, ТН, 0,4 л/т	97,1	98,1
Авідо, ТН, 1,0 л/т	96,8	97,5
Вайбранс RFC 112,5 FS, 1,0 л/т	90,5	95,2
Селест Топ 312,5 FS, ТН, 2,0 л/т	91,0	94,7
Тібарі FS, ТН, 1,5 л/т	87,8	90,0
Вінцит Форте, КС, 1,0 л/т	84,3	88,5

Найвищі показники енергії проростання були досягнуті завдяки застосуванню протруйників Максим XL 035 FS, 1,0 л/т (97,3%) та Февер 300 FS, ТН, 0,4 л/т (97,1%), що перевищували контрольний варіант на 5,9 та 5,7% відповідно. Препарат Авідо, ТН, 1,0 л/т також показав високий рівень енергії проростання – 96,8%, що на 5,4% вище за контроль. Обробка насіння озимого гороху сорту Балтрап цими засобами підвищила лабораторну схожість на 2,5–3,4% у порівнянні з контролем.

Навпаки, протруйники Вайбранс RFC 112,5 FS, 1,0 л/т та Селест Топ 312,5 FS ТН, 2,0 л/т істотно не вплинули на посівні якості насіння. Енергія проростання при їх використанні складала 90,5–91,0%, а лабораторна схожість – 94,7–95,2%, що відповідало або незначно відрізнялося від контрольних значень.

У той же час застосування препаратів Тібарі FS, ТН, 1,5 л/т та Вінцит Форте КС, 1,0 л/т негативно вплинуло на посівні властивості насіння. Енергія проростання цих варіантів знизилася до 87,8 та 84,3%, що на 3,6 та 7,1% нижче за контроль. Лабораторна схожість також зменшилася до 90,0 та 88,5%, що менше контролю на 5,0 та 6,5% відповідно. Це вказує на їх негативний вплив на початковий розвиток насіння озимого гороху.

Застосування протруйників на насіннєвому матеріалі гороху озимого мало певний вплив на його ураження патогенами грибного та бактеріального походження. Зокрема, найбільше пригнічення комплексу патогенів спостерігалося у варіантах досліду, де використовувалися препарати Максим XL 035 FS, 1,0 л/т, Авідо, ТН, 1,0 л/т та Февер 300 FS, ТН, 0,4 л/т. Зменшення розвитку бактеріозу у цих варіантах становило 12,6–13,6%, порівняно з контролем. Крім цього не спостерігалося розвитку грибів роду *Fusarium* та *Ascochyta.*

Отже, застосування протруйників Февер 300 FS, ТН, Максим XL 035 FS, т.к.с., та Авідо, ТН на горосі озимому дозволяє суттєво покращити посівні якості насіння та зменшити ураження патогенною мікрофлорою.

Література

1. Гамаюнова В. В., Єрмолаєв В. М. Урожайність зерна гороху залежно від передпосівної обробки насіння та оптимізації живлення в умовах Південного Степу України. *Аграрні інновації*. 2024. № 23. С. 195–201. DOI: 10.32848/agrar.innov.2024.23.33.
2. Дідур І. М., Шевчук В. В. Підвищення родючості ґрунту в результаті накопичення біологічного азоту бобовими культурами. *Сільське господарство та лісівництво.* 2020. № 1 (16). С. 48-60. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-1-4.
3. ДСТУ 4138-2002 (Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості).
4. Кирик М., Піковський М. Діагностика хвороб насіння гороху та сої. *Пропозиція*. 2017. № 1. С. 116–120.
5. Кривенко А. І., Трандафір І. В., Джам М. А., Зорунько В. І., Орехівський В. Д. Сучасний контроль шкідників сходів гороху протруйниками інсектицидної дії в умовах Південного Степу України. *Аграрні інновації*. 2026. № 36. С. 185–189. DOI: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2026.36.25.
6. Телекало Н. В. Вплив комплексу технологічних прийомів вирощування гороху посівного. *Сільське господарство та лісівництво.* 2019. № 2 (13). С. 84–93. DOI: 10.37128/2707-5826-2019-2-8.
7. Шевчук О. А., Поливаний С. В., Ходаніцька О. О., Ткачук О. О., Матвійчук О. А. Дія бактеріального та стимулюючого препаратів на проростання насіння гороху ярого. *Біологія та екологія*. 2021. Т. 7. № 2. С. 55–61. DOI: https://doi.org/10.33989/2021.7.2.261547

МОРФОФІЗІОЛОГІЧНА РЕАКЦІЯ MISCANTHUS SINENSIS ‘ZEBRINUS’ НА ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТУ РІДКІСНОЗЕМЕЛЬНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ

Гусак В. В., к. б. н., доцент
Григорів Я. Я., к. с.-г. н., доцент
Карпатський національний університет імені Василя Стефаника
м. Івано-Франківськ, Україна

Рідкісноземельні елементи (РЗЕ) належать до стратегічно важливих видів мінеральної сировини, що широко використовуються в електроніці, енергетиці, виробництві постійних магнітів та інших високотехнологічних галузях. Інтенсифікація їх видобування, перероблення та промислового використання водночас зумовлює збільшення надходження РЗЕ до ґрунтових і водних екосистем. Вплив цих елементів на рослини значною мірою визначається рівнем їх концентрації: за низьких доз окремі лантаноїди можуть стимулювати фізіологічні процеси внаслідок горметичної відповіді, тоді як підвищене навантаження здатне спричиняти порушення росту, мінерального живлення та структурно-функціонального стану клітин [1, 2].

Важливим аспектом фітотоксичності РЗЕ є характер їх розподілу між кореневою системою та надземною частиною рослин. Корені виконують функцію первинного бар’єра на шляху надходження забруднювачів із субстрату та можуть обмежувати їх транслокацію до фотосинтетично активних органів. У проростків рису встановлено, що неодим (Nd) переважно акумулюється у клітинних стінках коренів, а його іммобілізації сприяє утворення малорозчинних фосфатних та оксалатних сполук [3]. Водночас підвищення рівня експозиції лантану (La) та церію (Ce) у рослин пшениці супроводжується пригніченням ростових процесів і змінами елементного складу рослинних тканин [4].

Перспективними модельними об’єктами для вивчення адаптації рослин до умов техногенного забруднення є представники роду Miscanthus. Висока біомасова продуктивність, багаторічний цикл розвитку та добре сформована коренева система зумовлюють перспективність їх використання для одночасного отримання лігноцелюлозної сировини та фітоменеджменту забруднених територій [5]. Результати польових досліджень на територіях видобування рідкісноземельних елементів свідчать, що *M. sinensis* може сприяти відновленню рослинного покриву та позитивно впливати на стан ґрунтових мікробних угруповань [6]. Водночас аналіз функціональних ознак кореневої системи піонерних видів на хвостосховищах РЗЕ вказує на значну внутрішньовидову пластичність M. sinensis у відповідь на градієнт техногенного стресу [7].

Однак толерантність до забрудненого субстрату не обов’язково свідчить про відсутність фізіологічних витрат для рослини. Комплексне оцінювання адаптивної відповіді потребує одночасного врахування ростових характеристик, елементного складу тканин і характеру розподілу біомаси між окремими

органами. Такий підхід дає змогу розмежувати стимулювальний ефект низьких рівнів забруднення та стрес-індуковану перебудову характеру росту й ресурсного забезпечення органів.

Метою дослідження було визначити органоспецифічні особливості адаптивної реакції *Miscanthus sinensis* ‘Zebrinus’ на ґрунтове навантаження сумішшю РЗЕ за комплексом ростових показників, розподілом біомаси та змінами відносного елементного складу коренів і листків.

Рослини вирощували в ґрунтовому субстраті протягом трьох місяців за сумарного навантаження РЗЕ 0, 300 та 3000 мг/кг. Досліджували основні ростові характеристики, розподіл свіжої, сухої, зольної та беззольної біомаси, а також відносний елементний склад мінеральної фракції коренів і листків, який визначали методом енергодисперсійного рентгенофлуоресцентного аналізу після озолення рослинного матеріалу.

Встановлено, що підвищення рівня РЗЕ супроводжувалося суттєвим пригніченням росту надземної частини рослин. За концентрацій 300 і 3000 мг/кг довжина пагонів зменшувалася відповідно на 13,8 і 20,0%, а їх свіжа маса – на 52,0 і 49,0% порівняно з контролем. Водночас формування кореневої системи посилювалося: суха маса коренів зростала на 52,2 і 112%, а їх частка у загальній сухій біомасі збільшувалася з 47,5% у контролі до 69,8 та 74,4% відповідно.

Аналітичний сигнал Nd виявлено лише в кореневій мінеральній фракції рослин, вирощених за умов РЗЕ-навантаження. Його відносний вміст становив 1,08 ± 0,72 та 2,38 ± 1,89% за концентрацій 300 і 3000 мг/кг відповідно. Аналіз композиційних даних із використанням CLR-перетворення та двофакторної лінійної змішаної моделі встановив статистично значущу взаємодію між органом рослини та рівнем РЗЕ для Al, Ca, Mn і Fe. Зі зростанням РЗЕ-навантаження відносне представлення Al і Fe підвищувалося переважно в кореневій мінеральній фракції, тоді як найбільш виражені зміни вмісту Ca і Mn спостерігалися в листках.

Отже, дія РЗЕ зумовлювала комплексну стрес-індуковану перебудову рослин, яка проявлялася пригніченням росту надземної частини, посиленим розвитком кореневої системи та диференційованими органоспецифічними змінами мінерального складу. Виявлена пластичність *M. sinensis* може свідчити про його перспективність для фітомередіації субстратів, забруднених РЗЕ, хоча підвищення рівня забруднення супроводжується істотним зниженням продуктивності надземної біомаси.

Література

1. Adeel M., Lee J. Y., Zain M., Rizwan M., Nawab A., Ahmad M. A., Shafiq M., Yi H., Jilani G., Javed R., Horton R., Rui Y., Tsang D. C. W., Xing B. Cryptic footprints of rare earth elements on natural resources and living organisms. Environment International. 2019. Vol. 127. P. 785–800. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.03.022.

2. Agathokleous E., Kitao M., Calabrese E. J. The rare earth element (REE) lanthanum (La) induces hormesis in plants. Environmental Pollution. 2018. Vol. 238. P. 1044–1047. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.02.068.

3. Shi K., Liu C., Liu D., Lyu K., Chen J., Wang X. The accumulation and effect of rare earth element neodymium on the root of rice seedlings. Environmental Science and Pollution Research. 2021. Vol. 28, No. 35. P. 48656–48665. DOI: https://doi.org/10.1007/s11356-021-14072-5.

4. Hu X., Ding Z., Chen Y., Wang X., Dai L. Bioaccumulation of lanthanum and cerium and their effects on the growth of wheat (Triticum aestivum L.) seedlings. Chemosphere. 2002. Vol. 48, No. 6. P. 621–629. DOI: https://doi.org/10.1016/S0045-6535(02)00109-1.

5. Pidlisnyuk V., Stefanovska T., Lewis E. E., Erickson L. E., Davis L. C. Miscanthus as a productive biofuel crop for phytoremediation. Critical Reviews in Plant Sciences. 2014. Vol. 33, No. 1. P. 1–19. DOI: https://doi.org/10.1080/07352689.2014.847616.

6. Zhang L., Liu W., Liu S., Zhang P., Ye C., Liang H. Revegetation of a barren rare earth mine using native plant species in reciprocal plantation: effect of phytoremediation on soil microbiological communities. Environmental Science and Pollution Research. 2020. Vol. 27, No. 2. P. 2107–2119. DOI: https://doi.org/10.1007/s11356-019-06645-2.

7. Zhu S.-C., Xu D.-X., Liu W.-S., Xie C., Liu X.-R., Zheng H.-X., Zhao J.-C., Qiu R.-L., Liu C., Guo M.-N., Chao Y., Morel J. L., Tang Y.-T. Variations in root functional traits facilitate the adaptation of pioneer plants to rare earth element mine tailings. Journal of Applied Ecology. 2026. Vol. 63, No. 1. Article e70219. DOI: https://doi.org/10.1111/1365-2664.70219.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ГУМУСОВИХ СТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ КУКУРУДЗИ В ЛІВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Дегтярьов В. В., д. с.-г. н., професор
Шикітка Д. І., здобувач ОР магістр
Держаний біотехнологічний університет,
м. Харків, Україна

Одним із шляхів вирішення проблеми екологічно безпечного ведення господарства є застосування гумінових речовин. Саме в умовах сьогодення гуміновим речовинам відводиться одна з першочергових ролей у підвищенні ефективності та покращенні екологічної ситуації в сільському господарстві.

Одним із способів розв’язання проблеми екологічно безпечного ведення господарства є застосування гумінових препаратів, вироблених на основі природних компонентів ґрунту. Гуміновим речовинам стали приділяти особливу увагу через нестачу і дорожнечу мінеральних добрив, деградацію орних земель,

порушення сівозміни, зниження родючості ґрунту, масовий розвиток шкідливих організмів. На відміну від пестицидів і агрохімікатів гумусові речовини є природними життєво необхідними компонентами ґрунту, вони не мають будь-яких побічних ефектів (алергічних, фітотоксичних, канцерогенних властивостей), безпечні для рослин, тварин та людей. Гумінові (гумусові) речовини – особлива група органічних сполук, походження яких пов'язане із процесами біохімічного розкладання рослинних решток (листя, коренів, стебел, гілок, стволів) за участю тваринних і мікробних організмів [1–7]. Це продукти тривалого процесу гуміфікації, високостійкі сполуки, що забезпечують формування важливих і стабільних властивостей ґрунту.

Застосування гумінових препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур сприяє кращому росту і розвитку рослин, підвищенню їх стійкості проти ураження інфекційними хворобами, несприятливих чинників навколишнього середовища, зростанню врожайності.

Гумінові препарати є стимуляторами росту, добривом та антистресантами. Використання гумінових речовин у сумішах з пестицидами дає змогу застосовувати пестициди зі зменшеними або мінімально допустимими нормами витрати і в такий спосіб знижувати токсичне навантаження на агроценози та підвищувати безпечність сільськогосподарської продукції [8, 9].

Дослідні ділянки були закладені в ТОВ «Агроексперт» Харківського району Харківської області.

Для досліджень були використані препарати гумінових речовин, отримані в наслідок екстракції з напівперепрілого гною 0,2 н розчином КОН. Деякі з них були збагачені макро- і мікроелементами. Нижче наводимо варіантів проведення досліджень.

1) Контроль (H_2O)
2) Гумат + Zn
3) Гумат + B
4) Гумат + Mo
5) Гумат + NPK + Mg + Mn + Fe
6) Гумат + NPK + Mg + Zn + B + S

Першу обробку біостимуляторами проводили у фазу 3–5 листків, другу – 8–10 листків.

Попередник кукурудзи – переліг.

Добрива – припосівне внесення NPS 20:20:13.

Культура – кукурудза Гібрид ДН Летава.

Універсального напрямку використання. Стійкий до посухи і жари.

Простий модифікований середньостиглий гібрид (ФАО 350). Занесений до Реєстру сортів з 2023 р.

Напрям використання – зерно, силос.

Качан довжиною 24–25 см, циліндричної форми, кількість рядів зерен 16, стрижень червоного кольору. Вихід зерна з качана 81%. Зерно жовтого кольору, зубоподібне. Маса 1000 зерен 290–300 г.

Гібрид ДН Летава має високу стійкість до посушливих умов і спеки,

добре витримує холодні весняні періоди, гібрид пластичний і позитивно реагує на покращення умов вирощування. Добре облиствлений, що дозволяє використовувати його на силос. В середньому за 2021–2024 рр. гібрид ДН Летава перевищив гібриди аналоги ДН Драг, ДН Тала, ДН Булат, ДН Деметра за урожайністю зерна на 0,21–0,32 т/га та меншій збиральній вологості зерна на 1,0–1,5%. Потенційна врожайність зерна 15,9 т/га. Максимальна врожайність (10,64 т/га) отримана у 2021 р. у конкурсному випробуванні ДУ ІЗК НААН. В екологічному випробуванні ІСГПС НААН м. Суми у 2022 р. врожайність зерна цього гібрида сягнула 13,9 т/га за вологості зерна під час збирання 27,4%.

Дослідження впливу позакореневого підживлення гумусовими препаратами на продуктивність кукурудзи дозволяють зробити наступні висновки:

1. Використання гумусових препаратів має позитивний вплив на рослини кукурудзи по всіх варіантах дослідження. Це проявляється на якості запилення материнських форм рослин кукурудзи: качани кукурудзи у варіантах позакореневого використання гумусових препаратів мають більшу кількість утворених зерен порівняно з контролем.
2. Качани з оброблених ділянок характеризуються кращою наповненістю зерном. Причому зерно в качанах з цих ділянок характеризується кращою виповненістю.
3. Застосування практично всіх гумусових препаратів мало позитивний вплив на накопичення маси зерна в качанах кукурудзи. Найвище збільшення середньої маси зерна кукурудзи спостерігається за використання гумусових препаратів у 5 і 6 варіантах. По цим варіантам збільшення середньої маси зерна в качані кукурудзи відносно контролю складає 8,3 та 8,6 г відповідно.
4. Позакореневе застосування гумусових препаратів сприяє підвищенню показника маси 1000 зерен. Найвищі значення маси 1000 зерен установлені у 5 і 6 варіантах (286 г).
5. Результати визначення біологічної урожайності кукурудзи показують, що найбільший вплив на цей показник мають гумусові препарати 5 і 6 варіантів.

Література

1. Власова О. Гумінові добрива та їх користь для рослини. *StimOrganic*. URL: https://www.stimorganic.com.ua/news/guminovi-dobriva-ta-ih-korist-dla-roslini (дата звернення: 11.09.2026).
2. Скрильник Є. Гумати: позакореневе підживлення доцільне. *Пропозиція*. 15.08.2016. URL: https://propozitsiya.com/articles/ahrokhimiya-dobryva/humaty-pozakoreneve-pidzhyvlennya-dotsilne (дата звернення: 11.09.2026).
3. Сергієнко В. Гумати – антистресова терапія для рослин. *Агробізнес сьогодні*. 19.01.2016. URL: https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-

sohodni/item/621-humaty-antystresova-terapiia-dlia-roslyn.html (дата звернення: 11.09.2026).

4. Білоножко М. А., Шевченко В. П., Алімов Д. М. та ін. Рослинництво. Інтенсивна технологія вирощування польових і кормових культур : навч. посіб. / за ред. М. А. Білоножка. Київ : Вища школа, 1990. 296 с.

5. Заїка С. П. Скоростигла кукурудза. Київ : Урожай, 1987.

6. Marenych M. M., Hanhur V. V., Len O. I., Hangur Yu. M., Zhornyk I. I., Kalinichenko A. V. The efficiency of humic growth stimulators in pre-sowing seed treatment and foliar additional fertilizing of sown areas of grain and industrial crops. Agronomy Research. 2019. Vol. 17, No. 1. P. 194–205. DOI: https://doi.org/10.15159/AR.19.023.

7. Добровольський А. В. Ефективність сучасних рістрегулюючих препаратів за біологізації технології вирощування соняшнику в Південному Степу України : дис. … канд. с.-г. наук : 06.01.09 «Рослинництво». Херсон : ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», 2019. 174 с. URL: https://www.ksau.kherson.ua/files/avtoreferaty_dysertaciyi/.

8. Щербаков О. Ю., Дегтярьов В. В. Вплив позакореневого використання гумінових біостимуляторів на урожайність сільськогосподарських культур. Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва : матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 29 листопада 2024 р.). Харків : ДБТУ, 2024. С. 346–348. URL: https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/44730.

9. Щербаков О. Ю. Антистресова дія гумусових біостимуляторів на сільськогосподарські культури в умовах Лівобережного Лісостепу України за аридизації клімату : дис. … д-ра філософії : 201 «Агрономія». Харків : Державний біотехнологічний університет, 2026. 236 с. URL: https://biotechuniv.edu.ua/nauka/spetsializovani-vcheni-radi/.

ЕКОНОМІЧНІ РИЗИКИ ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

Дідур К. М., к. е. н., доцент
Дніпровський державний аграрно-економічний університет,
м. Дніпро, Україна

Продовольча безпека України формується під впливом сукупності економічних, соціальних, природно-кліматичних та безпекових чинників, взаємодія яких визначає здатність продовольчої системи забезпечувати населення достатньою кількістю доступного, якісного та безпечного продовольства. Для України проблема набуває особливої ваги з огляду на значення аграрного сектору для національної економіки, внутрішнього продовольчого забезпечення та експортного потенціалу. Водночас зміна клімату поступово перетворюється з довгострокового екологічного виклику на чинник

безпосереднього економічного ризику. Підвищення температури, зміна режиму опадів, збільшення частоти посух, хвиль спеки, пізніх заморозків та інших небезпечних метеорологічних явищ впливають не лише на природні умови сільськогосподарського виробництва, а й на його економічні результати, стабільність продовольчої пропозиції, доходи виробників і ціни на продовольство [1, 2].

Економічний характер кліматичного ризику у продовольчій сфері проявляється передусім через невизначеність майбутніх результатів аграрного виробництва. Дослідження Світового банку щодо України засвідчило суттєве потепління протягом останніх десятиліть та прогнозоване посилення контрасту між вологішими зимами й сухішими літніми періодами. Вплив кліматичних змін при цьому не є однаковим для всієї території держави: окремі регіони та культури можуть отримувати певні коротко- або середньострокові переваги, тоді як інші стикаються зі зниженням урожайності та зростанням виробничих ризиків. За оцінками Світового банку, до середини століття кліматичні зміни можуть негативно позначитися на врожайності низки основних культур України, хоча для окремих територій, зокрема північних і північно-західних, можливі позитивні зміни врожайності озимої пшениці [1]. Подібна неоднорідність принципово важлива для економічного аналізу, оскільки середні національні показники не завжди відображають концентрацію ризиків у конкретних регіонах і виробничих системах.

Особливо показовими є результати досліджень урожайності основних сільськогосподарських культур України. Емпіричний аналіз даних за 2004–2020 рр. засвідчив нелінійний характер залежності між температурою та врожайністю. Для озимої пшениці негативний вплив високих температур проявляється після перевищення температурного порогу близько 29 °C, для ярого ячменю – близько 30 °C. Водночас для соняшнику, сої та кукурудзи аналогічного негативного ефекту високих температур у досліджуваному масиві даних не було виявлено [2]. Отже, саме середні температурні значення не дають достатнього уявлення про економічні наслідки потепління; значно важливішими можуть бути короткочасні екстремальні температурні явища у критичні фази розвитку рослин. Підвищення частоти таких явищ здатне збільшувати коливання врожайності, а отже, і невизначеність доходів сільськогосподарських товаровиробників.

Кліматичні ризики формують декілька взаємопов’язаних каналів впливу на продовольчу безпеку. Перший пов’язаний зі скороченням або нестабільністю фізичного обсягу виробництва. Негативний погодний шок зменшує пропозицію окремих видів сільськогосподарської продукції, що може створювати дисбаланс між внутрішнім попитом і пропозицією. Другий канал має ціновий характер: скорочення пропозиції за незмінного або недостатньо еластичного попиту створює передумови для підвищення цін. Третій канал стосується доходів виробників, оскільки зниження врожайності за одночасного зростання витрат на виробництво, зрошення, захист посівів та інші заходи адаптації може погіршувати фінансовий стан підприємств. Четвертий канал пов’язаний із

доступністю продовольства для населення, оскільки зростання цін за незмінних доходів знижує реальну купівельну спроможність домогосподарств. Міжнародні дослідження підтверджують, що кліматичні екстремуми можуть одночасно впливати на доступність продовольства, доходи домогосподарств та продовольчі ціни, формуючи кумулятивний вплив на різні виміри продовольчої безпеки [3].

Особливе значення має ціновий канал, оскільки фізична наявність продовольства ще не гарантує його економічної доступності для населення. FAO, IFAD, UNICEF, WFP та WHO у спільному звіті за 2025 р. наголошують, що продовольча інфляція послаблює купівельну спроможність населення, а найбільш відчутні наслідки спостерігаються для домогосподарств із нижчими доходами [4]. Для України зазначена проблема набуває додаткової складності через одночасний вплив війни, інфляційних процесів, логістичних обмежень і нестабільності виробничих витрат. Отже, кліматичний шок може не лише безпосередньо зменшувати пропозицію окремих продуктів, а й посилювати вже наявні цінові та соціально-економічні дисбаланси.

Важливо враховувати, що економічний ризик для продовольчої безпеки не обмежується потенційним недовиробництвом продовольства. Україна має потужний аграрний потенціал і є значним учасником світового ринку агропродовольчої продукції, тому кліматичні коливання можуть одночасно впливати на внутрішню пропозицію, експортні можливості та зовнішньоторговельні доходи. Нестабільність виробництва здатна посилювати коливання експортних обсягів, змінювати структуру товарних потоків та впливати на валютні надходження. Відтак продовольча безпека України має розглядатися не ізольовано від зовнішньої торгівлі, а як складова ширшої системи економічної стійкості.

Сучасні умови підтверджують практичну значущість зазначених ризиків. За оцінками FAO, виробництво зернових культур в Україні у 2025 р. становило близько 60,8 млн т, що приблизно на 6% нижче середнього показника за попередні п’ять років. Водночас виробництво було приблизно на 8% вищим, ніж у 2024 р., що свідчить про недоцільність пояснення динаміки аграрного виробництва лише одним фактором. На результати впливали воєнні обмеження, доступ до земель, дефіцит робочої сили, високі виробничі витрати, логістичні проблеми та погодні умови [5]. Подібне поєднання факторів демонструє, що кліматичний ризик не існує відокремлено: він накладається на вже наявні економічні та безпекові обмеження і здатен посилювати їхній сукупний вплив на продовольчу систему.

Погодні умови 2025 р. також засвідчили складність і територіальну неоднорідність агрокліматичних ризиків. За результатами дослідження В. Балабух, Г. Довгаль, І. Семенюк та С. Ягодинець, 2025 рік увійшов до п’ятірки найтепліших років в Україні з 1961 р., а середня річна температура в більшості досліджених регіонів перевищила кліматичну норму 1991–2020 рр. на 1–2 °С. Водночас визначальним фактором для аграрного виробництва була не лише сама величина потепління, а поєднання недостатнього накопичення зимової вологи,

аномального потепління навесні, холодних періодів у квітні, літньої спеки, тривалого дефіциту опадів на півдні та сході й надмірних опадів на заході країни [6]. Економічне значення подібних явищ полягає не лише у можливому зниженні врожайності. Нестабільність погодних умов ускладнює планування виробництва, збільшує потребу в додаткових витратах, підвищує невизначеність фінансового результату та ускладнює прийняття інвестиційних рішень.

Окремим ризиком стає зростання вартості адаптації. Зменшення негативного впливу кліматичних змін потребує інвестицій у модернізацію виробничих систем, управління ґрунтовими та водними ресурсами, удосконалення технологій, використання відповідного насіннєвого матеріалу, розвиток систем прогнозування й раннього попередження, страхування та інших інструментів управління ризиками. Витрати на адаптацію при цьому мають розглядатися не лише як поточні видатки, а і як інвестиції у зниження майбутніх втрат. Водночас нерівний доступ виробників до фінансових ресурсів може призводити до диференціації їхніх можливостей адаптуватися до нових умов. Великі підприємства зазвичай мають ширші можливості для технологічного оновлення та диверсифікації ризиків, тоді як малі виробники більшою мірою залежать від доступності кредитних, страхових та державних фінансових інструментів. Подібна диференціація може мати довгострокові структурні наслідки для аграрного сектору.

Економічні ризики кліматичних змін доцільно розглядати також крізь призму територіальної диференціації. Південні та східні регіони України характеризуються вищою вразливістю до посухи, дефіциту вологи та теплового стресу, тоді як для інших територій певні кліматичні зміни можуть створювати нові виробничі можливості [1, 6]. Тобто, універсальна модель адаптації для всієї країни навряд чи буде економічно ефективною. Державна політика має враховувати регіональні відмінності природно-ресурсного потенціалу, структури виробництва, доступу до водних ресурсів, інвестиційних можливостей та рівня кліматичних ризиків. Територіальна диференціація політики адаптації є важливою не лише з екологічної, а й з економічної точки зору, оскільки дозволяє спрямовувати обмежені фінансові ресурси на території та виробничі системи з найвищою очікуваною віддачею від адаптаційних заходів.

Ще одним важливим аспектом є взаємозв’язок кліматичного та воєнного ризиків. Для України характерна ситуація, коли виробничі втрати можуть виникати одночасно через погодні явища, пошкодження інфраструктури, мінування земель, обмеження доступу до полів, дефіцит трудових ресурсів та ускладнення логістики. За оцінками FAO, саме обмежений доступ до земель, нестача робочої сили, високі виробничі витрати та мінна небезпека залишаються серед ключових обмежень для аграрної діяльності [5]. За таких умов навіть відносно помірний кліматичний шок може мати більший економічний ефект, ніж за стабільнішого інституційного та інфраструктурного середовища. Відповідно, оцінювання продовольчої безпеки України потребує врахування не ізольованих ризиків, а їхньої взаємодії.

На рівні продовольчої безпеки особливу увагу слід приділяти не лише фізичній наявності продовольства, а й його економічній доступності. Навіть за збереження достатнього сукупного виробництва окремі групи населення можуть зіткнутися зі зниженням доступності продовольства внаслідок зростання цін, скорочення доходів або одночасного прояву обох чинників. Тому кліматичні зміни можуть впливати на продовольчу безпеку через розподільчий механізм: наслідки виробничого шоку неоднаково розподіляються між виробниками, споживачами, регіонами та соціальними групами. З позицій сучасного розуміння продовольчої безпеки, представленого у документах FAO та IPCC, доступність продовольства є лише однією складовою проблеми; не менш важливими залишаються економічний доступ, стабільність продовольчої системи та здатність населення підтримувати належний рівень споживання [3, 4].

Кліматичний ризик має також часовий вимір. Короткострокові втрати врожаю можуть трансформуватися у довгострокові економічні наслідки через скорочення інвестицій, погіршення фінансового стану підприємств, зменшення можливостей оновлення основних засобів і накопичення боргового навантаження. За повторення несприятливих погодних подій ризик переходить від окремого виробничого шоку до системної проблеми відтворення ресурсної бази аграрного сектору. Саме тому економічна оцінка кліматичних ризиків має враховувати не лише одноразові втрати виробництва, а й потенційні ефекти другого порядку – зміну інвестиційної активності, структури виробництва, фінансової стійкості підприємств і конкурентоспроможності аграрного сектору.

З економічної точки зору, зниження кліматичних ризиків продовольчої безпеки потребує переходу від переважно реактивного управління наслідками несприятливих погодних явищ до системного управління ризиками. Наукові дослідження українських учених обґрунтовують необхідність оцінювання стійкості сільськогосподарського виробництва з урахуванням економічних, кліматичних, екологічних і соціальних ризиків [7]. Економічний зміст такого переходу полягає у зменшенні невизначеності для товаровиробників і держави, підвищенні передбачуваності продовольчої пропозиції та створенні умов для довгострокового інвестування в адаптацію. Важливу роль у цьому процесі можуть відігравати системи агрометеорологічного моніторингу, раннього попередження, страхування, доступного кредитування та державної підтримки інвестицій у кліматичну адаптацію.

Кліматичні зміни формують новий комплекс економічних ризиків для продовольчої безпеки України, проявляючись через нестабільність урожайності, зростання виробничих витрат, коливання доходів аграрних підприємств, цінові ризики, нерівномірність регіонального розвитку та можливе погіршення економічної доступності продовольства. Вплив кліматичного чинника не можна зводити до прямого скорочення обсягів сільськогосподарського виробництва, оскільки наслідки поширюються на функціонування всього продовольчого ланцюга – від виробника до кінцевого споживача та зовнішнього ринку. Ситуація ускладнюється одночасним впливом воєнних, економічних та інфраструктурних обмежень, що підвищує загальну вразливість продовольчої

системи. За таких умов забезпечення продовольчої безпеки України потребує посилення економічних механізмів управління кліматичними ризиками, розвитку систем прогнозування та раннього попередження, стимулювання інвестицій в адаптацію аграрного виробництва, удосконалення страхових та фінансових інструментів, а також диференціації державної політики відповідно до регіональної специфіки. Стратегічним результатом має стати не лише підтримання необхідних обсягів продовольства, а й формування економічно стійкої продовольчої системи, здатної зберігати доступність продовольства, фінансову життєздатність виробників та стабільність продовольчої пропозиції за умов посилення кліматичної невизначеності.

Література

1. Pillai M. M., Golub E. S., Lokshin M. M., Rakovych O., Ha T. P. *Ukraine: Building Climate Resilience in Agriculture and Forestry*. Washington, DC: World Bank, 2021. DOI: 10.1596/35088.
2. Fang M., Jin S., Deininger K., Gammans M. Heterogeneous climate impacts on crop yields: evidence from Ukraine. *Environmental Research Communications*. 2023. Vol. 5, No. 10. 105015. DOI: 10.1088/2515-7620/acde36.
3. IPCC. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Chapter 5: Food, Fibre and Other Ecosystem Products*. Cambridge: Cambridge University Press, 2022. DOI: 10.1017/9781009325844.007.
4. FAO, IFAD, UNICEF, WFP, WHO. *The State of Food Security and Nutrition in the World 2025: Addressing High Food Price Inflation for Food Security and Nutrition*. Rome: FAO, 2025. DOI: 10.4060/cd6008en.
5. FAO. *GIEWS Country Brief: Ukraine*. Reference date: 12 March 2026. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2026.
6. Balabukh V. O., Dovhal H. P., Semeniuk I. V., Yahodynets S. M. Weather anomalies as a factor of agroclimatic risks for Ukraine's agriculture under climate change. *Agricultural Science and Practice*. 2026. Vol. 13, No. 2. P. 34–50. DOI: 10.15407/agrisp13.02.034.
7. *Повоєнне забезпечення кліматичної та природоресурсної стійкості агропродовольчого виробництва України*. Київ: Державна установа «Інститут економіки та прогнозування НАН України», 2025. 260 с. DOI: 10.15407/978-617-14-0440-3.

ПРОДУКТИВНІСТЬ МІСКАНТУСУ ГІГАНТСЬКОГО ТА СІДИ БАГАТОРІЧНОЇ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ НА МАЛОПРОДУКТИВНОМУ ҐРУНТІ

Дмитраш Т. І., здобувач доктора філософії
Григорів Я. Я., к. с.-г. н., доцент
Карпатський національний університет імені Василя Стефаника
м. Івано-Франківськ, Україна

Сучасні глобальні процеси соціально-економічного розвитку характеризуються загостренням енергетичних та екологічних проблем, що зумовлює необхідність активізації переходу до використання відновлюваних джерел енергії [1]. Для України ця проблема набуває особливої актуальності з огляду на значну залежність від імпортованих традиційних енергоносіїв та недостатній рівень використання власного потенціалу альтернативної енергетики. Нині частка відновлюваних джерел у загальному енергетичному балансі країни становить близько 6,6% [2, 3]. Одним із найбільш перспективних напрямів розвитку відновлюваної енергетики є біоенергетика, що зумовлено значним природно-ресурсним потенціалом України. Водночас внесок енергії, отриманої з біомаси, у кінцеве енергоспоживання залишається порівняно невисоким і не перевищує 4,2%.

Важливим резервом розширення сировинної бази біоенергетики є залучення до продуктивного використання земель, які нині характеризуються низькою господарською ефективністю, зокрема малопродуктивних та радіоактивно забруднених угідь. Створення на таких територіях плантацій швидкорослих енергетичних культур, серед яких міскантус, сіда та просо, може розглядатися як один із перспективних напрямів формування вітчизняної сировинної бази для виробництва біопалива. За оцінками фахівців, ефективне використання цього потенціалу здатне забезпечити зростання частки біоенергії до 20–25% у загальному енергетичному балансі України [4].

Однією з причин недостатньо динамічного розвитку біоенергетичного сектору України залишається відсутність комплексного підходу до формування стабільної сировинної бази, зокрема шляхом широкого впровадження спеціалізованих фітоенергетичних культур. На тлі глобальних кліматичних змін, що проявляються підвищенням температурного режиму та посиленням дефіциту вологи, зростає науковий і практичний інтерес до культур, здатних забезпечувати високу продуктивність за несприятливих умов вирощування. Особливу увагу в цьому контексті приділяють міскантусу гігантському, сіді багаторічній та сорго багаторічному [5, 6]. Наявність С4-типу фотосинтезу, високий потенціал накопичення біомаси та здатність адаптуватися до обмеженого водозабезпечення визначають перспективність цих культур для вирощування на малопродуктивних землях і в умовах підвищеного термічного навантаження, що підтверджується результатами численних фундаментальних досліджень [7–9].

Польові дослідження проводили у 2024–2026 рр. на дослідному полі кафедри лісового та аграрного менеджменту Карпатського національного університету імені Василя Стефаника. Ґрунт дослідної ділянки – дерново-підзолистий поверхнево оглеєний важкосуглинковий, малогумусний (1,76%) та кислий (pH_{KCl}–5,0), із низьким умістом доступних форм азоту, фосфору і калію.

Дослід був двофакторним, чотириразової повторності, із посівною площею ділянки 50 м^2 та обліковою – 30 м^2. Вивчали продуктивність міскантусу гігантського (*Miscanthus giganteus*) сорту Осінній зорецвіт та сіди багаторічної (*Sida hermaphrodita Rusby*) сорту Вірджинія за різних систем удобрення: контроль (без добрив), $N_{90}P_{65}K_{100}$, БЛЕК ДЖЕК КС, Інтермаг Титан та їх комбінації з мінеральним удобренням.

Максимальну продуктивність міскантусу гігантського та сіди багаторічної отримано за комплексного застосування мінерального добрива $N_{90}P_{65}K_{100}$ та гумінового препарату БлекДжек КС. Урожайність сухої маси становила відповідно 14,5 і 20,0 т/га, а вихід енергії – 37,24 та 34,87 ГДж/га, що у 2,3–2,4 рази перевищувало контроль. Застосування біостимуляторів сприяло активізації ростових процесів і підвищенню продуктивності культур на важкосуглинкових ґрунтах. Сіда багаторічна характеризувалася вищим накопиченням сухої біомаси, тоді як міскантус забезпечував більший енергетичний вихід з одиниці площі. Отримані результати свідчать про ефективність комплексних систем живлення у вирощуванні енергетичних культур.

Література

1. Kurhak V. H., Tkachenko M. A., Asanishvili N. M. et al. Energy productivity of uncommon herbs for solid fuel manufacturing. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. No. 1. P. 299–305. DOI: https://doi.org/10.15421/2021_45.

2. Vozhehova R. A., Lavrynenko Yu. O., Marchenko T. Yu. et al. Promiing crops for bioenergy in Ukraine. *Agrarian Innovations*. 2022. No. 11. P. 5–15. DOI: https://doi.org/10.324848/agrar.innov.2022.11.1.

3. Державна служба статистики України. Енергетичний баланс України за 2020 рік: експрес-випуск від 30.11.2021. Київ, 2021.

4. Кургак В. Г., Левковський А. М., Єфремова Г. В., Лещенко О. Ю. Біоенергетичний потенціал багаторічних трав'янистих фітоценозів України. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН*. 2013. Вип. 19. С. 63–67.

5. Shaikh T. A., Soomro A. A., Laghari G. M. et al. Impact of integrated row spacing, fertilizer application methods and sowing dates on bioethanol production in sorghum. *Pakistan Journal of Botany*. 2021. No. 53(3). P. 1007–1013. DOI: https://doi.org/10.30848/PJB2021-3(1.

6. Zheliezna T. A., Drahniev S. V., Bashtovyi A. I., Rohovskyi I. L. Prospects for the production and consumption of second-generation biofuels in Ukraine. *Machinery & Energetics*. 2018. № 9(2). P. 61–66.

7. Гелетуха Г. Г., Желєзна Т. А., Трибой О. В. Перспективні напрямки вирощування та використання енергетичних культур в Україні. *Аналітична записка БАУ*. 2014. № 10. 33 с.

8. Роїк М. В., Курило В. Л., Гументик М. Я., Квак В. М. Енергетичні культури для виробництва біопалива. *Наукові праці Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2010. Т. 7. С. 12–17.

9. Hryhoriv Y., Butenko Y., Kabanets V. et al. Prospectives of growing energy crops for the production of different types of biofuel. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2024. Vol. 25, No. 5. P. 191–197. DOI: https://doi.org/10.12912/27197050/185710.

ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГРЕЧКИ ЗА ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

Дутчак О. В., аспірантка, науковий співробітник
Карпатський національний університет імені Василя Стефаника,
м. Івано-Франківськ, Україна
Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН
м. Івано-Франківськ, Україна
Карбівська У. М., д. с.-г. н., професор
Карпатський національний університет імені Василя Стефаника
м. Івано-Франківськ, Україна

Гречка є традиційною та стратегічно важливою культурою для продовольчої безпеки. Проте інтенсивне землеробство в якому надмірно використовуються пестициди виснажує ґрунт та знижує якість продукції. Ключовим кроком для збереження екосистем та забезпечення населення екологічно чистими продуктами харчування є перехід до органічної технології вирощування гречки. При цьому виключається застосування синтетичних добрив та пестицидів, що запобігає хімічному забрудненню навколишнього середовища. Виходячи з того, що гречка є одним із найкращих медоносів, органічні поля є безпечним середовищем для бджіл та виробництва екологічного меду. Отримана органічна продукція гречки має високий вміст заліза, магнію, рутину, амінокислот та вітамінів групи В. Такі властивості продукції роблять її незамінною для дієтичного та дитячого харчування.

За органічного виробництва відсутні витрати на синтетичні мінеральні добрива та пестициди, що значно знижує собівартість продукції та робить її менш залежною від підвищення цін на агрохімікати. В цілому на органічну гречку риночні ціни значно вищі, що робить вирощування цієї культури високорентабельним навіть при нижчій врожайності. Маючи стабільний попит у країни ЄС, Північної Америки та Азії органічна гречка є однією з перспективних нішевих культур експортноорієнтованих культур для України.

Отримання екологічно безпечної продукції, яка відповідає вимогам органічного виробництва можливо забезпечити тільки шляхом комплексного застосування агротехнічних чинників та засобів біологізації [1, 2, 3]. Забезпечити підвищення урожайності гречки без застосування мінеральних добрив можливе за використання бактеріальних препаратів на основі азотфіксувальних мікроорганізмів та поєднання їх з органічними добривами.

Дослідження впливу біопрепаратів на продуктивність гречки в 2025 році проводились в лабораторії рослинництва Прикарпатської ДСГДС ІСГ КР. Система обробітку ґрунту була загальноприйнятою для зони вирощування. Сівбу гречки сорту Воля проводили сівалкою СН-16 М рядковим способом (15 см).

Таблиця 1

Схема досліду

№ вар.	Обробка насіння	Обприскування посівів
1	не застосовується (контроль)	не застосовується (контроль)
2	Азогран 10^6 кл/мл	не застосовується
3		Вермимаг, одне обприскування
4		Вермимаг, два обприскування
5	Азогран 10^7 кл/мл	не застосовується
6		Вермимаг, одне обприскування
7		Вермимаг, два обприскування
8	Азогран 10^8 кл/мл	не застосовується
9		Вермимаг, одне обприскування
10		Вермимаг, два обприскування

В системі удобрення за органічного виробництва використовували комплексний бактеріальний препарат Азогран в трьох різних концентраціях (10^6кл/мл, 10^7кл/мл, 10^8кл/мл) для обробки насіння перед посівом (1 л на гектарну норму насіння) та рідке органічне добриво біостимулятор Вермимаг – 6 л/га для позакореневого підживлення у фазу гілкування та бутонізації.

За результатами досліджень виявлено ефективність застосування біопрепаратів, що відобразилось у підвищенні урожайності зерна гречки сорту Воля (рис. 1).

Зокрема, обробка насіння комплексним бактеріальним препаратом сприяла підвищенню урожайності гречки на 15,7–26,8%. Значне збільшення урожайності відбувалось за поєднання бактеризації насіння та одноразового обприскування посівів, де підвищення урожайності гречки становило 24,1–34,0%.

т/га

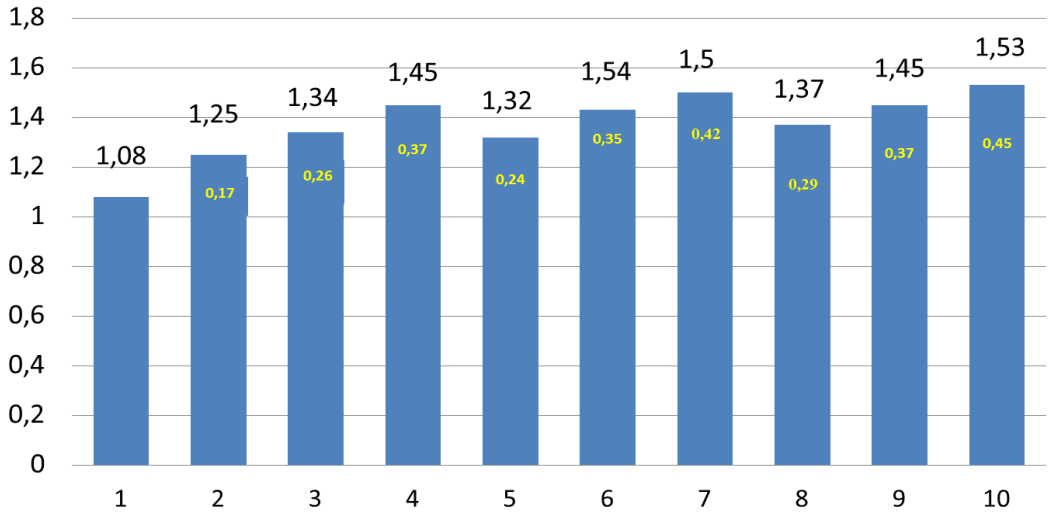


Рис. 1. Урожайність гречки за органічного виробництва, 2025 р.

В дослідженнях 2025 року найвищу урожайність гречки отримано за застосування бактеріального препарату Азогран (10^8 кл/мл) для обробки насіння та органічного добрива-біостимулятора для дворазового обприскування рослин, де вона склала 1,53 т/га, що на 0,45 т/га, або на 41,7% більше, ніж на контролі.

Застосування біопрепаратів сприяло підвищенню якісних показників зерна гречки порівняно з контролем без удобрення. Маса 1000 насінин у досліджуваних варіантах за обробки насіння Азографом у різних концентраціях була в межах 24,0–25,2 г, що на 0,5–1,7 г більше порівняно з контрольним показником. За поєднання обробки насіння з одноразовим позакореневим підживленням маса 1000 насінин збільшувалась на 0,7–2,4 г та з дворазовим – на 1,1–2,8 г. За нашими дослідження найбільшою масою 1000 зерен відзначився варіант із обробкою насіння перед посівом Азографом 10^8 кл/мл та послідуючими двома обприскуваннями посівів у період вегетації Вермимагом, де вона була 26,3 г, що на 2,8 г більше за контроль, де препарати не застосовувались.

Таким чином простежується тенденція, щодо позитивного впливу застосування біопрепаратів на продуктивність та врожайність рослин гречки.

Висновки. Встановлено, що інтеграція елементів біологізації у технологію вирощування гречки є ефективним інструментом регулювання зернової продуктивності культури без використання синтетичних добрив.

Найвищі показники продуктивності гречки сформувались за комплексного застосування нанокомпозитивного комплексного бактеріального препарату Азогран 10^8кл/мл для обробки насіння та дворазового позакореневого підживлення посівів рідким органічним добривом Вермимаг, де отримано підвищення урожайності гречки на 0,45 т/га або на 41,7%. При чому маса 1000 насінин збільшилась на 2,8 г відносно контролю, де біопрепарати не застосовували.

Література

1. Грищенко Р., Любчич О. Вирощування органічної гречки в Україні. *Пропозиція.* 2017. № 1. С. 96–98. URL: https://propozitsiya.com/articles/tekhnolohiyivyroshchuvannya/vyroshchuvannya-orhanichnoyi-hrechky-v-ukrayini.

2. Мащенко Ю. В. Вплив систем удобрення та ефективних мікроорганізмів на продуктивність гречки в умовах Північного Степу України. *Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва*. 2009. № 37. С. 26–30.

3. Сучек М. М. Екологічно безпечні елементи технології вирощування гречки в умовах Поділля. *Агроекологічний журнал.* 2017. № 1. С. 68–72. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2017.221008.

ПРОДУКТИВНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА ПОСИЛЕННЯ ПОСУШЛИВОСТІ КЛІМАТУ НА ПІВДНІ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Жигайло Т. С., к. с.-г. н.
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН України,
м. Одеса, Україна
Вольвач О. В., к. геогр. н., доцент
Жигайло О. Л., к. геогр. н., доцент
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,
м. Одеса, Україна

Пшениця озима є однією з провідних зернових культур України, продуктивність якої значною мірою визначається агрокліматичними умовами впродовж вегетаційного періоду. Сучасні зміни клімату супроводжуються підвищенням температури повітря, трансформацією режиму атмосферних опадів та збільшенням частоти й інтенсивності посушливих явищ. Особливо гостро ці процеси проявляються у степовій зоні України, де недостатнє природне зволоження вже є одним із головних чинників, що обмежують реалізацію продуктивного потенціалу зернових культур [1–3].

За прогнозованого посилення аридизації клімату актуальним є не лише визначення загального напряму зміни врожайності, а й кількісне оцінювання реакції пшениці озимої на різні рівні дефіциту вологи. Особливого значення це набуває для півдня Одеської області, де поєднання високого температурного режиму, недостатньої кількості атмосферних опадів і значної випаровуваності створює підвищений ризик формування сильної та дуже сильної посухи.

Метою дослідження було оцінити вплив різної інтенсивності посухи на агрометеорологічні умови та основні показники формування продуктивності пшениці озимої в Одеській області за умов прогнозованих змін клімату.

Дослідження виконано із застосуванням математичної моделі «Урожай», адаптованої до біологічних особливостей пшениці озимої та природно-

кліматичних умов Одеської області. Розрахунки проведено для прогнозного періоду 2026–2050 рр. за кліматичним сценарієм RCP8.5. Для моделювання використовували стандартну агрометеорологічну інформацію, що характеризує температурний режим, атмосферне зволоження, запаси продуктивної вологи у ґрунті, випаровування та інші чинники формування продуктивності посівів [4, 5].

На першому етапі було оцінено просторові закономірності розвитку посушливих явищ у природно-кліматичних зонах і підзонах Одеської області. Результати сценарних розрахунків засвідчили чітке посилення посушливості у напрямку від північних до південних та приморських районів. У Любашівці середній індекс посухи за прогнозний період становить 0,92, у Затишші – 0,81, тоді як в Одесі та Ізмаїлі він знижується до 0,59. У південних і прибережних районах сумарна повторюваність сильної та дуже сильної посухи сягає близько 60% років прогнозного періоду.

З огляду на встановлений просторовий градієнт аридизації детальне моделювання продуційного процесу пшениці озимої проведено для південної частини Одеської області. Для аналізу було обрано характерні роки прогнозного періоду з різним ступенем посушливості: сильна посуха – ГТК 0,51 та дуже сильна посуха – ГТК 0,39 і 0,25. Отримані результати порівнювали із середніми багаторічними умовами, для яких ГТК становить 0,59.

Посилення посухи супроводжується істотною трансформацією агрометеорологічних умов весняно-літньої вегетації. За середніх багаторічних умов сума опадів становить 160 мм, а вологозабезпеченість – 0,40 відн. од. За сильної посухи (ГТК 0,51) кількість опадів зменшується до 103 мм, а вологозабезпеченість – до 0,35 відн. од. Найбільш несприятливі умови формуються за ГТК 0,39, коли на тлі підвищення середньої температури повітря на 1,4 °С кількість опадів скорочується до 72 мм, або 45% від середнього багаторічного рівня, а вологозабезпеченість знижується до 0,31 відн. од.

Як свідчать дані табл. 1, погіршення умов вологозабезпечення супроводжується послідовним пригніченням основних складових продуційного процесу пшениці озимої. За середніх багаторічних умов максимальний індекс листкової поверхні становить 2,60 $м^2/м^2$, загальна суха біомаса – 546,0 $г/м^2$, а біомаса колоса – 292,65 $г/м^2$, що забезпечує формування врожайності зерна на рівні 2,5 т/га.

За сильної посухи (ГТК 0,51) максимальний індекс листкової поверхні зменшується до 1,88 $м^2/м^2$, або на 28% порівняно із середнім багаторічним рівнем. Загальна суха біомаса становить 346,99 $г/м^2$, а біомаса колоса – 160,71 $г/м^2$. Унаслідок цього врожайність зерна знижується до 1,4 т/га, тобто до 56% середнього багаторічного рівня.

Ще істотніше пригнічення продуційного процесу спостерігається за дуже сильної посухи. За ГТК 0,39 максимальний індекс листкової поверхні становить 1,64 $м^2/м^2$, загальна суха біомаса – 207,85 $г/м^2$, а біомаса колоса зменшується до 78,34 $г/м^2$, або 27% від середнього багаторічного рівня. Урожайність зерна за таких умов становить лише 0,7 т/га, або 28%. За ГТК 0,25 окремі показники

накопичення біомаси є дещо вищими, проте урожайність залишається критично низькою – 0,8 т/га, або 32% від середнього багаторічного рівня.

Таблиця 1

Агрометеорологічні умови та продуктивність пшениці озимої за різної інтенсивності посухи на півдні Одеської області

Показник	Інтенсивність посухи			
	Середні багаторічні умови	Сильна посуха	Дуже сильна посуха	
	Гідротермічний коефіцієнт Селянинова (ГТК)			
	0,59	0,51	0,39	0,25
Агрометеорологічні умови				
Середня температура повітря, °С	12,3	13,2	13,7	12,5
Сума опадів, мм	160	103	72	98
Вологозабезпеченість, відн. од.	0,40	0,35	0,31	0,34
Продуктивність пшениці озимої				
Максимальний індекс листкової поверхні, $м^2/м^2$	2,60	1,88	1,64	1,54
Загальна суха біомаса, $г/м^2$	546,0	346,99	207,85	285,63
Біомаса колоса, $г/м^2$	292,65	160,71	78,34	98,45
Урожай зерна, т/га	2,5	1,4	0,7	0,8

Джерело: результати моделювання авторів.

Отже, реакція пшениці озимої на посилення посухи має комплексний характер. Дефіцит вологи насамперед обмежує формування листкового апарату, що знижує ефективність фотосинтетичних процесів і накопичення сухої речовини. Подальше пригнічення формування генеративних органів безпосередньо позначається на кінцевій урожайності зерна. Водночас отримані результати показують, що реакція культури на інтенсивність посухи не завжди є строго лінійною, оскільки продуктивність визначається комплексною взаємодією температурного режиму, атмосферного зволоження, випаровуваності та особливостей проходження фенологічних фаз.

Таким чином, за прогнозованих кліматичних змін посилення аридизації становитиме один із ключових ризиків для вирощування пшениці озимої на півдні Одеської області. За сильної посухи урожайність зерна може зменшуватися до 56% від середнього багаторічного рівня, а за дуже сильної – до 28–32%. Це обґрунтовує необхідність упровадження адаптивних технологій землеробства, спрямованих на ефективніше використання та збереження ґрунтової вологи, оптимізацію строків сівби, добір сортів різних груп стиглості та вдосконалення режимів водозабезпечення.

Література

1. Гамаюнова В. В., Корхова М. М., Панфілова А. В. та ін. Пшениця озима: ресурсний потенціал та технологія вирощування : монографія. Миколаїв : МНАУ, 2021. 300 с.
2. Rezaei E. E., Webber H., Asseng S. et al. Climate change impacts on crop yields. *Nature Reviews Earth & Environment*. 2023. Vol. 4. P. 831–846.
3. Тараріко О. Г., Ільєнко Т. В., Кучма Т. Л. Вплив змін клімату на продуктивність та валові збори зернових культур: аналіз та прогноз. *Український географічний журнал*. 2016. Вип. 1. С. 14–22.
4. Польовий А. М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроекосистем: навч. посіб. Київ : КНТ, 2022. 346 с.
5. Кліматичні ризики функціонування галузей економіки України в умовах зміни клімату: монографія / за ред. С. М. Степаненка, А. М. Польового. Одеса: ТЕС, 2018. 546 с.

АГРОЕКОЛОГІЧНІ І ГОСПОДАРСЬКО-ЕКОНОМІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ РОСЛИН ГІРЧИЦІ ЧОРНОЇ /*Brassica nigra*/ В УМОВАХ СУХОГО СТЕПУ

Жуйков О. Г., д. с.-г. н., професор
Інститут водних проблем і меліорації НААН,
м. Київ, Україна
Жуйков Т. О., здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
Херсонський державний анграрно-економічний університет,
м. Кропивницький, Україна

Виробництво гірчиці в Україні являє собою типовий приклад «нішевої» альтернативної культури, котре, з причини своєї яскраво вираженої експортоорієнтованості, напряму залежить від кон’юнктури міжнародного ринку агросировини і об’ємів вирощеного товарного насіння в основних країнах-імпортерах української гірчиці [2, с. 141]. Зазначена ситуація, насамперед, характерна для таких видів, як, в першу чергу, гірчиця біла і, деякою мірою, сарептська (сиза), адже вони є достатньо типовими для сівозмін східно та західноєвропейських країн, до того ж дуже серйозним гравцем на ринку гірчичної агросировини виступає Канада, експортний потенціал якої може сягати 130–140 тис. тонн [2, с. 141].

Абсолютно іншою виглядає аналітика вітчизняного, європейського та загальносвітового виробництва гірчиці чорної: зважаючи на певні агробіологічні та екологічні особливості культури (насамперед, значно вищу теплолюбивість і незначний рівень толерантності щодо шкодочинних біотичних факторів в посіві, невисокий генетичний потенціал врожайності), на внутрішньому і зовнішньому ринках спостерігається перманентний дефіцит насіння гірчиці чорної (задоволення потреб становить близько 68–80%), а світовий лідер виробництва

культури – Індія навіть за середньорічного виробництва 7,5–8 млн. тонн не здатен його задовольнити з причини, по-перше, істотної довжини «логістичного ланцюжка», по друге – через істотні об'єми всередині країни, а також в інших країнах Східно-Азійського регіону, де гірчиця чорна є дуже популярною пряно-ароматичною культурою [2, с. 142; 3, с. 167].

Відтак, зважаючи на агрокліматичний потенціал Степової та Лісостепової зон, ресурсну забезпеченість та традиції вирощування, Україна має всі шанси набути статусу, принаймні, європейського лідера з виробництва цієї високомаржинальної культури [1, с. 20]. Очевидним є той факт, що основними «наріжними каменями», котрі унеможливлюють на сьогодні переведення вітчизняного виробництва товарного насіння гірчиці чорної на якісно новий рівень, є відсутність в сортименті українських сортозразків, які б характеризувалися, водночас, високим генетичним потенціалом насіннєвої продуктивності і достатнім рівнем комплексної екологічної стійкості до умов вирощування, а також невідпрацьованість зональних сортових технологій її вирощування [4, с. 105]. І якщо гострота проблеми надходження до арсеналу агрономів нових, продуктивних і високоадаптованих сортів гірчиці чорної останнім часом деякою мірою згладжена завдяки досягненням вітчизняної селекції, то відсутність адаптивних технологій її вирощування залишається істотним стримуючим фактором [3, с. 167]. І особливо це стосується блоку догляду за рослинами культури, насамперед – системи захисту від комплексу шкодочинних організмів, саме котрі є основною причиною далеко не повної реалізації у виробничих умовах генетичного потенціалу продуктивності сучасних сортів [5, с. 57].

Опрацювання і резюмування досвіду вітчизняних і зарубіжних науковців за даною проблематикою дає можливість констатувати той беззаперечний факт, що розв'язання проблеми розбудови системи хімічного захисту гірчиці чорної знаходиться у початковому стані [4, с. 105]. В абсолютній більшості випадків воно реалізується методом аналогії із спорідненими культурами (гірчицею сизою та білою, а нерідко ярим чи навіть озимим ріпаком): строки і способи застосування, кратність, норми витрати пестицидів майже завжди не враховують біологічних особливостей гірчиці чорної, а реалізуються за протоколом їх застосування за близько спорідненою культурою [3, с. 48].

Окремі ж спроби науковців конкретизувати заходи хімічного контролю шкодочинності бур'янів, фітопатогенів і фітофагів у посіві гірчиці чорної мають, як на наш погляд, фрагментарний і несистемний характер, а отримані експериментальні дані не дають можливості повною мірою інтегрувати їх у дієву і ефективну систему хімічного захисту рослин культури [2, с. 141]. Також проблемним є факт, що останнім часом у вітчизняному агровиробництві популярними є препарати-генерики, що мають за основу зареєстровану діючу речовину, проте вироблені за альтернативними технічними умовами і під альтернативним брендом [1, с. 20].

Проблема оптимального способу захисту гірчиці від найбільш шкодочинного фітофага, що вражає сходи – видів капустяних блішок,

традиційно формує сферу інтересів науковців, а навколо вибору її стратегії (передпосівна інкрустація насіння чи вегетаційний обробіток сходів) і досі можна спостерігати певні суперечки і розбіжності [4, с. 106]. Стосовно гірчиці білої і сарептської остаточних акцентів в цьому питанні не розставлено і сьогодні (насамперед, відносно вибору конкретного інсектициду, способу застосування, норми витрати, кількості обробітків тощо), а готові агротехнічні рішення для гірчиці чорної взагалі відсутні. В офіційному переліку агрохімікатів до останнього часу була майже відсутня інформація щодо регламентів застосування конкретного препарату взагалі на гірчиці, не кажучи вже про саме гірчицю чорну [4, с. 107]. Відтак, сформувалася «патова ситуація», коли виробничники роблять свій вибір на власний ризик, коруючись інформацією щодо спорідненого ботанічного виду (найчастіше, ріпаку озимого або ярого). З цієї причини, нами була досліджена ефективність різних способів захисту сходів гірчиці від капустяних блішок – основного шкідливого об'єкта, котрий за істотного рівня шкодочинності може спричинити 100% загибель сходів культури. Аналіз наведених даних свідчить про істотну перевагу передпосівного інсектицидного протруєння насіння гірчиці чорної порівняно із таким способом захисту сходів культури від капустяних блішок (рід Phyllotreta, що об'єднує такі види, як хрестоцвітна, хвиляста, смугаста та виїмчаста) як вегетаційний обробіток (показник заселеності сходів культури дорослими особинами шкідника був меншим на 3,2 шт./м^2 або 74,4%, пошкодження сходів – меншим на 7,3% або 58,9 в. п., а підсумковий показник врожайності насіння культури за варіанта передпосівного обробітку насіннєвого матеріалу був вищим на 0,33 т/га або 21,7%), що пояснюється нами, насамперед, тривалішим терміном достатньої захисної дії, технологічністю застосування, значно меншою залежністю від кліматичних чинників (насамперед, атмосферних опадів) і вираженими репелентними властивостями інсектицидного протруйника. Максимальну ефективність в досліді відмічено у варіанті поєднання передпосівного інсектицидного обробітку насіння із однократним вегетаційним обробітком сходів: середня врожайність насіння склала 1,62 т/га за мінімальних показників заселеності (0,6 шт./м^2) та пошкодженості (4,1%) сходів культури імаго шкідника. Додавання в систему інсектицидного захисту культури до передпосівного обробітку насіння другого вегетаційного обробітку сходів визнане нами за недоцільне, оскільки не характеризувалося математично істотним покращенням середньої врожайності насіння і решти показників, що досліджувалися. Оскільки, з міркувань технологічності та економічної ефективності, передпосівний інсектицидний обробіток насіння гірчиці чорної розглядається нами як пріоритетний сценарій контролю чисельності і шкодочинності капустяних блішок в міжфазний період «сходи-стеблування», нами була проаналізована господарча ефективність сучасних препаратів. Відмічено, що за умови регламентного застосування всі препарати характеризувалися схожим характером впливу на показник врожайності насіння, і жоден з варіантів досліду не мав істотної переваги з-поміж інших: прибавка порівняно з контролем і фоном склала в межах 1,48–1,51 т/га. Беручи

до уваги специфічні несприятливі агрокліматичні умови окремих агросезонів, що мають місце в умовах зони проведення досліджень, за яких в умовах пізньої затяжної агрономічної весни з порівняно низькими середньодобовими температурами повітря, дефіцитом активної ґрунтової вологи в посівному горизонті і нестачею атмосферних опадів, тривалість міжфазних періодів першої третини онтогенезу культури збільшується. В такому разі ефективність інсектицидної дії передпосівного протруйника насіння певною мірою зменшується, і, як наслідок, виникає виробнича необхідність реалізації додаткового вегетаційного інсектицидного обробітку сходів гірчиці чорної. В середньому за 2024–2026 рр., найбільш ефективними інсектицидами для контролю чисельності та шкодочинності капустяних блішок за їх вегетаційного застосування в посіві гірчиці чорної впродовж міжфазного періоду «сходи – стеблування» нами визнано препарати Децис® 100, к.с. та Коннект®, к.с.: саме за цими варіантами нами відмічені максимальні математично істотні значення показника врожайності насіння культури (1,37–1,39 т/га) на фоні мінімальних значень показників заселеності і пошкодженості сходів культури ентомофагом.

Варіант застосування препарату Сіванто® Енерджи, к.е. дещо поступався наведеним вище, а варіанти Ваєго®, к.с. і Протеус®, о.д. характеризувалися однаковою агроекологічною ефективністю, не виходячи за межі математичної похибки досліду. Водночас, за всіма варіантами інсектицидних препаратів нами відмічений істотний позитивний вплив на формування показників, що досліджувалися, порівняно із контрольним і фоновим варіантами, що вкотре підтверджує думку абсолютної більшості науковців щодо першочерговості не стільки вибору конкретного препарату, як саме оперативності і вчасності реалізації агрозаходів із захисту сходів культури від даного фітофага.

Попри те, що контроль чисельності і шкодочинності саме фітофагів роду *Phyllotreta* є класичним базисним елементом блоку операцій з догляду за рослинами всіх видів гірчиці, в умовах Сухого Степу видовий склад шкідників у агрофітоценозі гірчиці чорної представлений видами, шкодочинність яких за істотних рівнів заселеності посіву здатна істотним чином зменшити продуктивність гірчичного клину. Приймаючи до уваги, що більшість шкідників генеративних органів культури найбільш уразливі в фазу бутонізації гірчиці чорної (відкладення яєць імаго і вихід з них личинок І покоління), проведення хімічного інсектицидного обробітку посіву саме в цю фазу розглядалося нами як пріоритетне. До того ж, слід приймати до уваги, що гірчиця чорна – перехреснозапильна ентомофільна культура, відтак на початку наступної фази «цвітіння» має місце висока інтенсивність відвідування посіву як культурними медоносними бджолами, так і представниками дикої ентомофауни. Як свідчать результати досліджень, реалізація заходів хімічного захисту культури від комплексу шкідників генеративних органів характеризувалося істотною ефективністю порівняно із контрольним варіантом. Максимальна ефективність зазначеного агротехнічного прийому відмічена нами за варіантом двократного проведення інсектицидного обробітку посіву гірчиці чорної у фазу «бутонізація» і «цвітіння»: за такого сценарії пролонгована інсектицидна дія препарату

розповсюджувалася на більш широкий спектр фітофагів (прибавка врожайності у порівнянні з контрольним варіантом склала 1,16 т/га або 351,5%). В разі ж, якщо з внутрішньогосподарських причин необхідно обмежитися одним інсектицидним обробітком, то перевагу слід віддати проведенню його у фазу «бутонізація»: в такому разі прибавка у порівнянні з контролем склала 1,05 т/га або 318,2%. Проведення операції з інсектицидного захисту культури від комплексу шкідників генеративних органів у фазу «цвітіння» за ефективністю поступалося попереднім варіантам, оскільки певна кількість фітофагів на цей момент встигла реалізувати свою шкодочинну дію. За результатами наших досліджень, шкодочинна дія фітофагів у варіантах з відсутнім хімічним контролем спричиняла не лише істотне зниження показника врожайності насіння культури, а й основної господарськоцінної ознаки – вмісту в ній жирної олії.

Найбільш широким спектром високої та достатньої інсектицидної ефективності (особливо проти найбільш шкодочинних фітофагів – ріпакового та гірчичного стеблових прихованохоботників, ріпакового квіткоїда, пильщика та капустяної попелиці) в досліді характеризувалися препарати Децис® 100 і Сіванто® Енерджи, що дозволяє розглядати їх залучення до розбудови системи інсектицидного захисту культури як найбільш універсальних.

Серед інших культур родини Капустяні види гірчиці є такими, що майже не вражаються збудниками грибкових і бактеріальних захворювань, однак в сезони з сприятливими для епіфітотій погодними умовами ми відмічали ураження рослин культури спорадичного характеру. Результати наших досліджень свідчать, що застосування методів фунгіцидного контролю шкодочинності фітопатогенів в агроценозі гірчиці чорної не мало істотного ефекту. Незначну ефективність фунгіцидного захисту культури за роки проведення досліджень нами відмічено лише за варіантом комбінованого захисту (поєднання передпосівного фунгіцидного обробітку насіннєвого матеріалу і вегетаційного обробітку рослин в міжфазний період «стеблування – бутонізація»): прибавка врожайності насіння склала 0,04 т/га порівняно із абсолютним контролем.

Передзбиральна десикація – агроприйом, що досить часто реалізується в технології вирощування ріпаку озимого, і особливо в умовах зрошення. Морфо-біологічна особливість гірчиці – невисока інтенсивність утворення бічних плодових гілок (зазвичай, навіть у сезони з ГТК, вищим за середній багаторічний показник, кількість плодових гілок І порядку не перевищує 6–7), то ж навіть за тривалого цвітіння і плодоутворення до фази повної стиглості насіння в стручках одночасно за ярусами, і на практиці не доводиться мати справу з недозрілим насінням чи «підгоном». В теорії, необхідність передзбиральної десикація може бути зумовлена затяжними опадами в період побуріння і повної стиглості насіння, або ж істотним рівнем забур'яненості посіву. В досліді відмічений істотний негативний вплив передзбиральної десикації на врожайність, олійність і ефірність насіння, його базисні посівні кондиції – M_{1000}, лабораторну схожість і енергію проростання. Так, застосування на останніх етапах онтогенезу гірчиці

чорної препарату Раундап Екстра® з рекомендованою нормою витрати 2,4 л/га зумовила зниження показника врожайності насіння порівняно із контрольним варіантом на 0,04 т/га, вмісту в насінні сирого жиру – на 0,5%, показник M_{1000} зменшився на 0,20 г, лабораторна схожість – 5,7%, а енергія проростання насіння – на 11,7%. Вміст в насінні ефірної (алілової) олії не мав істотної залежності від фактору передзбиральної десикації.

Література

1. Ведмедєва К. В. Перспективні олійні культури. *The Ukrainian Farmer*. 2016. № 1. С. 20.
2. Жуйков О.Г. Агроекологічні передумови вирощування гірчиці чорної в незрошуваних сівозмінах півдня України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2013. Вип.1 (71). С.149–156.
3. Мельник А. В., Жердецька С. В. Стан та перспективи вирощування гірчиці в світі та на Україні. *Вісник Сумського НАУ*. Серія «Агрономія і біологія». 2015. Вип. 3 (29). С. 166–169.
4. Мельник А. В., Жердецька С. В., Шабір Г., Шахід А. Сортові особливості формування продуктивності різних видів гірчиці ярої в умовах північно-східного Лісостепу України. Вісник Сумського національного аграрного університету. Суми. 2017. № 2. С. 103–107.
5. Поляков О., Журавель В. Перспективи вирощування гірчиці. *Пропозиція*. 2009. №2. С. 54–56.

ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРОТЕКТОРІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО В ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОМУ ЗА ЗМІНИ КЛІМАТУ

Загородний В. В., здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти
Овчарук О. В., д. с.-г. н, професор
Овчарук К. О., здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
Гуска В. В., здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
Шалашов М. О., здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
ЗВО «Подільський державний університет»
м. Кам'янець-Подільський, Україна

У структурі глобального харчового та кормового забезпечення людства домінантний статус належить зерновим злакам. Завдяки високому рівню екологічної пластичності та вираженій здатності адаптуватися до широкого діапазону ґрунтово-кліматичних умов, представники цієї родини успішно культивуються майже в усіх географічних зонах світу.

У групі ярих зернових культур провідне місце посідає кукурудза (*Zea mays L.*), яка характеризується унікальним, біологічно неперевершеним

потенціалом формування як зернової продуктивності, так і вегетативної біомаси. Завдяки цьому вона виступає стратегічним базисом для формування світових кормових та відновлюваних енергетичних ресурсів. Інтенсивність накопичення сухої речовини та архітектоніка рослин кукурудзи детермінуються генетичними особливостями конкретного генотипу (гібриду), а також характером його інтерференції із сукупною дією зовнішніх чинників – передусім мінливістю гідротермічного режиму вегетаційного періоду та архітектурою застосованих агротехнічних прийомів [4].

Реалізація унікального біологічного потенціалу кукурудзи, як С4-рослини з високою ефективністю фотосинтезу суттєво гальмується деструктивними змінами клімату, що набули особливої гостроти у вегетаційні періоди 2022–2025 років. Аналіз метеорологічних трендів свідчить про стрімке зміщення ізотерм, критичне підвищення температурного фону ґрунту та повітря, а також про тривалу відсутність продуктивних опадів у Лісостеповій зоні.

Кліматичні зміни супроводжуються не лише зростанням середніх показників температури, а й різкими добовими коливаннями між денними та нічними температурами. Ці коливання поєднуються із нестабільним зволоженням, коли зливи різко змінюються тривалими посушливими періодами. Подібний гідротермічний режим пригнічує фізіологічний стан рослинних організмів, погіршуючи фотосинтетичну діяльність, водний обмін і мінеральне живлення, що призводить до падіння врожайності та зниження товарної якості агропродукції [3]. Дефіцит вологи на тлі високих температур викликає у культурних рослин сильний водний стрес. Він гальмує ростові процеси, зменшує площу асиміляційної поверхні, стимулює передчасний хлороз, скручування та відмирання листкового апарату. Штучне прискорення вегетації за таких умов погіршує налив зерна чи плодів і знижує загальну біологічну продуктивність посівів [1]. Зазначені загрози зумовлюють актуальність селекції стресостійких сортів та модернізації сучасних агротехнологічних підходів до вирощування.

Періоди тривалого дефіциту вологи в поєднанні з термічним пресингом індукують розвиток водного дефіциту в тканинах рослин. Як наслідок, блокується лінійний ріст, зменшується площа листкових пластинок, прискорюється деградація хлорофілу, відбувається деформація та некроз листя. Окрім цього, за таких умов форсуються фази онтогенезу, що спричиняє дрібнозернистість чи недорозвиненість плодів, суттєво знижуючи загальну продуктивність агроценозів. Викладене вище актуалізує потребу в оптимізації систем технології вирощування та інтенсифікації селекційного процесу задля отримання адаптивних генотипів.

Останні роки досліджень продемонстрували посилення аридності клімату в основних зонах вирощування культури, що супроводжувалося тривалими періодами високих температур повітря та дефіцитом продуктивної вологи у критичні фази онтогенезу рослин. Жорсткий гідротермічний стрес, викликаний повітряною та ґрунтовою посухою, призводить до значного зниження ефективності фотосинтетичних процесів, порушення метаболізму азоту та, як

наслідок, до суттєвих втрат урожайності, які в окремих регіонах можуть перевищувати 40–50% порівняно з оптимальними роками.

Оскільки кукурудза відзначається високим транспіраційним коефіцієнтом та значною потребою у волозі, жорсткий гідротермічний стрес у критичні фази онтогенезу (зокрема, у період закладки генеративних органів та викидання волоті) зумовлює глибокі фізіолого-біохімічні порушення:

- зниження інтенсивності чистий продуктивності фотосинтезу внаслідок термічної деградації хлорофіло-білкових комплексів та закриття продихового апарату для запобігання надмірній втраті вологи.
- розвиток окислювального (оксидативного) стресу, що супроводжується неконтрольованим накопиченням активних форм кисню (АФК), які руйнують клітинні мембрани й викликають лізис тканин листка.
- порушення пилкової фертильності через термічний шок під час цвітіння, що призводить до череззерниці, недовиповненості качанів та різкого падіння індексу врожаю (harvest index).

Зазначені кліматичні виклики зумовлюють наукову потребу у відході від жорстких шаблонів інтенсифікації та переході до концепції еліситорного захисту та біостимуляції посівів. Ефективним агротехнічним важелем оптимізації фізіологічного стану рослин за умов гідротермічного пресингу є своєчасне інтегрування у технологічні схеми біостимуляторів-антистресантів нового покоління.

Дія цих біологічно активних речовин базується на запуску ендогенних систем адаптації рослинного організму. Використання препаратів на основі L-амінокислот, екстрактів бурих макрофітів (*Ascophyllum nodosum*) та гумінових комплексів дозволяє активувати роботу захисних ферментів (каталази, пероксидази), оптимізувати осмотичний потенціал клітинного соку та стабілізувати провідність продихів. Критично важливим аспектом при цьому є чітке визначення регламентів та етапів позакореневого внесення антистресантів, оскільки їх застосування має випереджати або оперативно нівелювати дію несприятливих чинників довкілля, забезпечуючи архітектонічну стабільність посіву та збереження зернової продуктивності культури.

Ефективність позакореневого (листкового) підживлення полягає у здатності рослинного організму до швидкої абсорбції та метаболізації нутрієнтів через епідерміс і продиховий апарат листкової пластинки. Зазначений агротехнічний захід виступає інструментом оперативного коригування трофічного статусу посівів, що набуває детермінуючого значення у критичні етапи органогенезу, а також є дієвим вектором еліситорної підтримки для нівелювання деструктивного впливу абіотичних і біотичних стресорів [5]

На сучасному етапі розвитку агропромислового комплексу кукурудза (*Zea mays L.*) відзначається широким ареалом вирощування, охоплюючи ключові агрокліматичні регіони України. Високий рівень ксерофітності та відносна посухостійкість культури детерміновані потужним морфогенезом кореневої системи та значним об’ємом надземної вегетативної біомаси, що дозволяє рослинам ефективно абсорбувати вологу з глибоких горизонтів едафотопу та

великої площі живлення. Фізіологічною особливістю кукурудзи є висока економність водоспоживання: на формування одиниці сухої речовини вона витрачає удвічі менше вологи порівняно з пшеницею озимою (*Triticum aestivum L.*), а її середній транспіраційний коефіцієнт становить близько 250.

За групами стиглості відповідно вегетаційного періоду гібриди і сорти кукурудзи на зерно поділяються на ранньостиглі (середній період вегетації – від 85 до 106 днів), середньоранні (від 94 до 119), середньостиглі (від 111 до 126), середньопізні (від 115 до 128), пізньостиглі (від 135 до 140). Генетично зумовлена тривалість вегетації чітко корелює з потребою генотипів у теплових ресурсах. Так, сума біологічно активних температур (вище +10 °C), необхідна для повного дозрівання зерна скоростиглих гібридів, становить 2100–2200 °C, для середньостиглих – близько 2400 °C, тоді як для форм пізньостиглої групи цей показник зростає до 2500–2700 °C.

Високий виробничий рівень, низькі витрати на післязбиральну обробку зерна передбачають вибір насіння за різними групами стиглості. Їх частку в структурі виробництва потрібно диференціювати залежно від можливостей та спеціалізації господарства.

У контексті подолання гідротермічного пресингу вегетаційних періодів 2022–2025 років та забезпечення збалансованого живлення кукурудзи, особливу науково-практичну цінність у межах нашого дослідження мало вивчення ефекту висококонцентрованої суспензії Вуксал Мікроплант (WUXAL Microplant).

Кукурудза як C_4-рослина відзначається високим рівнем виносу мікроелементів, критичний дефіцит яких гостро проявляється на ранніх етапах органогенезу, а також посилюється за умов посухи через блокування поглинальної здатності кореневої системи з підсохлого едафотопу [2]. Специфіка дії препарату Вуксал Мікроплант полягає у його глибоко збалансованому багатокомпонентному складі, де кожен елемент міститься у повністю хелатованій формі (EDTA), що гарантує його максимальну біодоступність при позакореневому (листковому) внесенні:

Цинк (Zn): є ключовим лімітуючим елементом для кукурудзи, оскільки входить до складу ферменту карбоангідрази та безпосередньо бере участь у біосинтезі ауксинів (триптофану). Достатнє цинкове живлення стимулює лінійний ріст меристематичних тканин та посилює жаростійкість рослин.

Магній (Mg): виступає центральним атомом молекули хлорофілу та активатором ферменту РУБІСКО, забезпечуючи стабільність фотосинтетичного фосфорилювання і транспорт асимілятів навіть за умов температурного шоку.

Бор (B): критично важливий для проростання пилкових трубок та фертильності пилку, що дозволяє мінімізувати явище череззерниці та недовиповненості качанів під впливом суховіїв у фазу цвітіння.

Залізо (Fe), Марганець (Mn), Мідь (Cu) та Молібден (Mo): функціонують як каталізатори редокс-процесів дихання та азотного метаболізму, перешкоджаючи накопиченню токсичних нітратів у клітинах за умов дефіциту вологи.

Окремою технологічною перевагою Вуксал Мікроплант є наявність у його складі спеціальних добавок-ад'ювантів (прилипачів та зволожувачів), що оптимізують pH робочого розчину, запобігають змиванню препарату опадами та забезпечують пролонговане проникнення поживних речовин через кутикулу листка без ризику фітотоксичних опіків.

Аналіз зернової продуктивності гібридів кукурудзи зафіксував високу ефективність застосування полікомпонентного мікродобрива-антистресанта Вуксал Мікроплант, яка суттєво варіювала залежно від кратності внесення, дозування препарату та генотипу.

Одноразове позакореневе підживлення посівів у фазу 3–5 листків (ВВСН 13–15) нормою 0,5 та 1,0 л/га забезпечило формування врожайності зерна в діапазоні 14,4–16,3 т/га. Диференціація отриманих прибавок щодо контрольних варіантів мала таку сортову специфіку: максимальний приріст урожаю відзначено у гібрида ДКС 3609 (1,0 т/га), дещо нижчим він був у ДКС 3972 (0,7 т/га), а мінімальну реакцію продемонстрував гібрид ДКС 4351 (0,5 т/га).

Найбільш вагомий агрономічний ефект і максимальні прибавки зерна зафіксовано за умови дворазової обробки посівів у критичні фази онтогенезу – ВВСН 13–15 (новою 1,0 л/га) + ВВСН 18–19 (нормою 2,0 л/га). У середньому за роки досліджень рівень урожайності за цієї технологічної схеми становив: ДКС 3609 – 15,6 т/га (із максимальною абсолютною продуктивністю в окремі роки до 18,4 т/га, що достовірно перевищило контроль на 2,2 т/га); ДКС 3972 – 16,7 т/га (із чистим приростом урожайності щодо контролю на рівні 2,0 т/га); ДКС 4351 – 17,4 т/га (із прибавкою 1,1 т/га порівняно з контролем).



Рис. 1. Рослини кукурудзи ВВСН 15 та ВВСН 19 в період застосування препаратів біопротекторів (2025 рік)

Кліматичні особливості 2025 вегетаційного року виявилися найбільш сприятливими для реалізації адаптивного потенціалу культури. За дворазового внесення Вуксал Мікроплант (1,0 + 2,0 л/га) у посівах гібрида ДКС 3972 було отримано рекордно високу врожайність зерна – 18,6 т/га, що забезпечило максимальну в досліді прибавку до контролю на рівні 4,2 т/га.

Експериментально доведено, що оптимізація нутрієнтного статусу та еліситорна підтримка кукурудзи за схемою двократного застосування Вуксал Мікроплант є високодієвим технологічним рішенням, проте інтенсивність відгуку посівів чітко детермінується генетичними особливостями досліджуваних гібридів компанії DEKALB (Монсанто).

Література

1. Stolyarchuk T., Kalenska S., Taran V., Eremenko O., Kalenskyi V., Mokrienko V., Ovcharuk O. Productivity of corn hybrids depending on root system development, plant density and fertilizer. SSRN Electronic Journal. 2022. DOI: https://doi.org/10.2139/ssrn.4134870.

2. Коваленко О. А., Дробітько А. В. Вплив мікро- та функціональних добрив на стресостійкість і продуктивність кукурудзи за умов зміни клімату. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 13–14 березня 2018 р.). Київ : Агроосвіта, 2018. С. 727–730.

3. Овчарук О. В., Рахметов Д. Б., Єременко О. А., Федорчук М. І. Вплив абіотичних і біотичних факторів на сільськогосподарські рослини. *Тенденції та виклики сучасної аграрної науки: теорія і практика* : збірник наукових праць Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 20–22 жовтня 2021 р.). Київ : НУБіП України, 2021. С. 215–217.

4. Шевченко Л. А., Чмель О. П., Хоменко С. В. Вплив мікродобрив та рістрегуляторів на продуктивність гібридів кукурудзи в умовах Півночі України. *Аграрні інновації*. 2020. № 4. С. 73–78. DOI: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.4.11.

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ТА БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА ОПТИМІЗАЦІЯ СОРТІВ ВИШНІ ДЛЯ БЕЗВІДХОДНОЇ ПЕРЕРОБКИ МЕТОДОМ ДЕГІДРАТАЦІЇ

Іванова І. Є., д. т. н., професор
Покопцева Л. А., к. с.-г. н., доцент
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного,
м. Запоріжжя, Україна
Тимощук Т. М., к. с.-г. н., доцент
Поліський національний університет,
м. Житомир, Україна

Плоди вишні звичайної характеризуються надзвичайно широким спектром біологічно активних та поживних речовин, що зумовлює їх високу дієтичну й лікувально-профілактичну цінність. Постійна наявність цієї кісточкової культури в раціоні харчування населення протягом усього календарного року є необхідною умовою для забезпечення організму есенціальними мікронутрієнтами та антиоксидантами [1]. Створені в Україні, а також інтродуковані з інших еколого-географічних зон перспективні сорти вишні, які використовуються як високоякісні плодові напівфабрикати, потребують розширеної та комплексної оцінки їх функціонально-технологічних показників. Це необхідно для точного виділення кращих генотипів за сукупністю оптимальних якісних параметрів, що в подальшому може слугувати науковим підґрунтям для оптимізації загальної якості сировинної бази та диференційованого підбору найбільш ефективних способів промислової переробки плодів [2, 3].

Проведені раніше фундаментальні дослідження під керівництвом Іванової І. Є. дозволили детально проаналізувати вихідний вміст ключових показників якості плодів вишні у свіжому стані. За результатами цих випробувань було диференційовано та виділено окремі сортозразки за індивідуальним накопиченням сухих розчинних речовин, загальних цукрів та титрованих кислот; зокрема, високі експресивні показники за даними ознаками продемонстрували сорти «Модниця», «Ожиданіє» та «Солідарність» відповідно. Водночас було встановлено, що максимальні значення інтегрального цукрово-кислотного індексу, які знаходилися у діапазоні від 8,9 до 9,3 відносних одиниць (в. о.), мали плоди сортів вишні «Мелітопольська пурпурна» і «Модниця», що свідчить про їх високі смакові властивості [4]. На базі Дослідної станції садівництва ім. М. Ф. Сидоренка ІС НААН науковцями та селекціонерами було виконано розширений багаторічний аналіз сучасного сортового складу плодів вишні з метою вивчення їх адаптивного потенціалу [5]. Для здійснення системної та комплексної оцінки відповідних плодових культур перед їх закладанням на тривале зберігання або спрямуванням на різні технологічні види переробки було успішно апробовано та застосовано сучасний математичний метод багатокритеріальної оптимізації [6, 7, 8].

На сьогоднішній день надзвичайно актуальним науково-практичним завданням є чітке критеріальне визначення товарних і біохімічних параметрів, а також проведення комплексної оцінки досліджуваних сортів вишні за багатьма, часто несумірними між собою, показниками якості. З огляду на це, метою проведених досліджень було комплексне вивчення та виділення кращих сортів вишні вітчизняної та іноземної селекції як оптимізованої сировини для її подальшої високотехнологічної переробки в межах створення безвідходного ланцюга використання плодово-ягідної продукції.

У межах виконання експериментальної роботи були детально проаналізовані ключові біохімічні, функціонально-технологічні та органолептичні параметри свіжозібраних плодів 10 перспективних сортів вишні, а саме: «Встрєча», «Ожиданіє», «Шалунья», «Сіянець Туровцевої», «Гріот Мелітопольський», «Солідарність», «Ігрушка», «Мелітопольська пурпурна», «Модниця» та «Експромт». Як базові критерії сортопридатності плодів вишні для виготовлення високоякісних цукатів та сухофруктів із свіжої плодової сировини було обрано комплекс наступних елементів якості: загальний вміст сухих розчинних речовин (%), сумарний вміст цукрів (%), концентрація титрованих кислот (%), вміст аскорбінової кислоти (вітаміну С, мг/100 г), кількісний вміст фенольних сполук (мг/100 г), масове співвідношення кісточки до м’якоті (%), а також загальна дегустаційна (органолептична) оцінка плодів за уніфікованою бальною шкалою.

Для визначення ступеня стабільності обраних параметрів якості свіжих плодів впродовж тривалого 12-річного періоду досліджень було розраховано коефіцієнт їх фенотипової варіабельності (Vp, %). Завдяки цьому проаналізовано загальну варіабельність кожного досліджуваного показника якості під впливом погодно-кліматичних факторів року [9]. З метою математичного обґрунтування та встановлення інтегрального комплексу фізико-біохімічних, органолептичних і товарних параметрів найкращого сорту вишні було залучено методологію багатокритеріальної оптимізації, реалізовану через математичну процедуру геометричної згортки окремих часткових критеріїв [10, 11].

Експериментальна частина та аналіз отриманих значень цільових функцій дозволили чітко ранжувати досліджуваний ряд сортів вишні за ступенем придатності їхніх плодів до технологічних процесів переробки шляхом термічного висушування та конвективної дегідратації. Розраховані значення цільових функцій переконливо довели, що абсолютно кращим за сукупністю ознак виявився сорт «Гріот Мелітопольський», який посів найвищий 1-й ранг із показником цільової функції $\varphi(X5) = 4{,}72$. Глибокий аналіз експериментальних даних, на підставі яких було побудовано зазначену цільову функцію, дозволив ідентифікувати оптимальний комплекс товарних, біохімічних та сенсорних параметрів, що дає змогу на науковому рівні надійно прогнозувати найвищу технологічну придатність плодів до переробки.

Встановлено, що для сорту-лідера характерні такі базові параметри: початкова концентрація сухих розчинних речовин становить 18,63% за

помірного коефіцієнта варіації (V = 17,7%); вміст цукрів – 12,19% (V = 21,1%); вміст титрованих кислот – 1,65% (V = 18,7%); концентрація вітаміну С – 8,23 мг/100 г (V = 15,6%); сума фенольних сполук – 193,26 мг/100 г (V = 13,2%); середня маса плоду – 5,21 г; а загальна сенсорна оцінка плодів сягає високого рівня у 8,7 балів. Розрахунки свідчать, що загальний допустимий рівень варіабельності більшості показників якості плодів вишні під впливом умов середовища є помірним (середнім) і коливається в межах від 13,2% до 18,7%. Єдиним винятком є відносно висока варіабельність накопичення цукрів у плодах вишні за роки досліджень, яка досягла 21,1%.

Узагальнюючи отримані експериментальні та розрахункові дані щодо сортопридатності свіжих плодів вишні до промислової переробки з використанням сучасних методів дегідратації, слід відзначити сорт «Гріот Мелітопольський» як найбільш перспективний та стабільний. Даний сорт рекомендується для широкого впровадження у виробництво як цільова сировина для виготовлення продуктів із високим вмістом сухих речовин та оптимізованим біохімічним профілем.

Література

1. Зубко В. П., Оліфіренко Т. О. Нутриціологічна цінність кісточкових культур у харчуванні. Київ: Академпрес, 2019. 145 с.

2. Іванова І. Є., Сердюк М. Є., Тимощук Т. М., Кривонос І. А., Пендрак Я. І. Прогнозування вмісту вітаміну С у плодах вишні у безвідходному ланцюзі використання плодової сировини. *Вісник Уманського національного університету*. 2024. № 2. С. 89–95. DOI: https://doi.org/10.32782/2310-0478-2024-2-89-95.

3. Іванова І. Є., Сердюк М. Є. Товарна характеристика плодів вишні після зберігання. Інновації та технології в сфері послуг і харчування. 2024. № 3 (13). С. 38–43. DOI: https://doi.org/10.32782/2708-4949.3(13).2024.6.

4. Іванова І. Є. Біохімічні показники якості та цукрово-кислотний індекс свіжих плодів вишні. *Наукові праці Уманського НУС*. 2021. Вип. 24. Ч. 1. С. 112–119.

5. Сортовий склад вишні та черешні Мелітопольської дослідної станції садівництва ім. М. Ф. Сидоренка ІС НААН / за ред. В. А. Сенина. Мелітополь: Люкс, 2020. 210 с.

6. Завадська О. В. Метод багатокритеріальної оптимізації у прогно-зуванні лежкості та якості плодово-ягідної продукції. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 8. С. 55–61.

7. Найченко В. М. Технологія зберігання і переробки плодів і овочів з основами стандартизації. Умань: Редакційно-видавничий відділ УДАУ, 2007. 498 с.

8. Юрченко С. О. Застосування математичного моделювання для оптимізації процесів переробки кісточкових культур. *Харчова наука і технологія*. 2019. Т. 13, № 3. С. 88–95.

9. Оліфіренко В. В. Варіабельність якісних показників кісточкових плодів залежно від гідротермічних умов року. *Садівництво*. 2022. Вип. 77. С. 134–142.
10. Пономаренко В. С. Багатокритеріальна оптимізація в системному аналізі технологічних об'єктів. Харків: Гриф, 2015. 320 с.
11. Степанов О. М., Колісниченко Л. М. Геометрична згортка критеріїв в оцінці якості харчової сировини. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв*. 2021. Вип. 2. С. 45–53.

ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ГОРОХУ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОПЕРЕДНИКА І ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ

Іжболдін О. О., к. с.-г. н., доцент
Гудзенко О. Г., доктор філософії з агрономії
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
м. Дніпро, Україна

Удосконалення технології вирощування гороху у Північному Степу потребує узгодження продуктивності посівів із витратами ресурсів. Для культури з високою білковістю зерна важливими є умови живлення та результативність інокуляції. Позитивну реакцію зернової продуктивності й білковості гороху на поєднання мінерального живлення та обробки насіння мікробним препаратом встановлено в дослідженнях L. Yeremko, V. Hanhur і M. Staniak [1]. Водночас енергетична оцінка дає змогу порівнювати технології за співвідношенням витраченої енергії та енергії одержаної продукції [2]. Для степових умов ці показники слід розглядати з урахуванням попередника та контрастності погодних умов.

Мета дослідження – оцінити врожайність, білковість зерна та енергетичну ефективність вирощування гороху залежно від попередника і схеми передпосівної обробки насіння.

Польовий дослід проводили у 2023–2025 рр. на науково-дослідному полі Навчально-наукового центру Дніпровського державного аграрно-економічного університету на чорноземі звичайному із сортом Мадонна. Фактор А – попередник: пшениця озима або соняшник; фактор В – передпосівна обробка насіння. Дослід мав чотири повторення, облікова площа ділянки становила 28 м^2. На спільному фоні $P_{30}K_{30}$ висівали 1,3 млн схожих насінин/га. Урожайність приводили до вологості 14% та 100% чистоти, білковість визначали методом інфрачервоної спектроскопії.

Порівнювали 15 варіантів: необроблений контроль; Вайбранс РФС, Редіго, Сферіко та Авідо по 1,0 л/т; Ризолайн 3,0 л/т + Ризосейв 1,0 л/т; Атува 2,0 л/т + Премакс 0,5 л/т; їх поєднання з кожним протруйником. Енергетичні показники визначали за технологічними картами. Коефіцієнт енергетичної ефективності

характеризував відношення валової енергії зерна до сукупних енерговитрат, а енергоємність – витрати енергії на виробництво 1 т зерна.

Попередник визначав вихідний рівень продуктивності. У контролі без обробки насіння середня врожайність після пшениці озимої становила 2,53 т/га, після соняшнику – 2,28 т/га. Використання лише фунгіцидних протруйників підвищувало її відповідно до 2,63–2,68 та 2,39–2,44 т/га. За інокуляційної композиції Ризолайн + Ризосейв одержано 2,82 і 2,58 т/га, а за Атува + Премакс – 2,73 і 2,48 т/га.

Найвище середнє значення врожайності після пшениці озимої забезпечила схема Ризолайн + Ризосейв + Вайбранс РФС – 2,90 т/га. Після соняшнику за цієї самої схеми одержано 2,68 т/га. Приріст відносно відповідного контролю за наведеними середніми значеннями становив 0,37 і 0,40 т/га. Перевага пшениці озимої зберігалася й за комплексної обробки, досягаючи 0,22 т/га. Поєднання Ризолайн + Ризосейв зі Сферіко забезпечувало близькі показники – 2,89 і 2,67 т/га. Різниця між цими двома комплексними схемами становила лише 0,01 т/га, що було нижче наведеного для взаємодії факторів діапазону $НІР_{05}$ 0,12–0,14 т/га.

Реакція посівів на обробку насіння змінювалася за роками. У 2023 р. після пшениці озимої врожайність у контролі становила 3,77 т/га, за Ризолайн + Ризосейв + Вайбранс РФС – 4,47 т/га; після соняшнику – 3,47 і 4,20 т/га відповідно. У посушливому 2025 р. відповідні пари показників знизилися до 1,67 і 1,78 т/га та 1,42 і 1,58 т/га. Отже, приріст від комплексної обробки зберігався, але його абсолютна величина була меншою. Така реакція показує, що передпосівна підготовка насіння поліпшує реалізацію продуктивності за конкретних умов року, проте не усуває обмежень, пов’язаних із посухою.

Зміна врожайності супроводжувалася зміною білковості зерна. Після пшениці озимої у контролі вміст білка становив 22,5; 22,8 і 23,1% у 2023, 2024 та 2025 рр., тоді як за Ризолайн + Ризосейв + Вайбранс РФС – 23,3; 23,6 і 24,2%. Після соняшнику відповідні значення дорівнювали 22,2; 22,5; 22,8% і 23,0; 23,3; 23,6%. Таким чином, комплексна обробка підвищувала білковість на 0,8–1,1 відсоткового пункту після пшениці озимої та на 0,8 відсоткового пункту після соняшнику. Зростання частки білка у посушливий рік на тлі меншої врожайності підкреслює потребу оцінювати якість разом із кількістю одержаної продукції.

Енергетичний аналіз виявив випереджальне зростання виходу енергії порівняно з витратами на обробку насіння. Після пшениці озимої у контролі сукупні енерговитрати становили 16,40 ГДж/га, валова енергія зерна – 38,10 ГДж/га, коефіцієнт енергетичної ефективності – 2,32. За Ризолайн + Ризосейв + Вайбранс РФС відповідні показники досягали 16,83; 43,67 ГДж/га та 2,59. Отже, додатковим витратам 0,43 ГДж/га відповідав приріст валової енергії зерна на 5,57 ГДж/га. Енергоємність 1 т зерна зменшилася з 6482 до 5803 МДж, або на 10,5%.

Після соняшнику у контролі витрати сукупної енергії становили 16,32 ГДж/га, валова енергія зерна – 34,34 ГДж/га, коефіцієнт енергетичної

ефективності – 2,10. Комплекс Ризолайн + Ризосейв + Вайбранс РФС підвищував ці показники до 16,78; 40,36 ГДж/га та 2,41. За збільшення витрат лише на 0,46 ГДж/га вихід енергії зростав на 6,02 ГДж/га, а енергоємність зерна знижувалася із 7158 до 6261 МДж/т, або на 12,5%. Навіть за ефективної обробки насіння абсолютна енергетична віддача після соняшнику залишалася нижчою, ніж після пшениці озимої.

Переваги комплексної підготовки насіння проявилися у підвищенні зернової продуктивності та білковості за порівняно невеликого приросту сукупних енерговитрат. Це узгоджується з доцільністю оцінювати інокуляцію в системі умов живлення [1] та порівнювати технологічні прийоми за енергетичною віддачею [2]. Водночас енергоємність одиниці продукції залежить від урожайності, тому нижчі витрати на гектар самі по собі не означають ефективнішої технології.

Висновки. У Північному Степу України вирощування гороху після пшениці озимої забезпечувало вищий рівень урожайності та енергетичної ефективності, ніж після соняшнику. За передпосівного застосування Ризолайн 3,0 л/т + Ризосейв 1,0 л/т + Вайбранс РФС 1,0 л/т середня врожайність становила 2,90 і 2,68 т/га, а коефіцієнт енергетичної ефективності – 2,59 і 2,41 відповідно. Поєднання раціонального вибору попередника з комплексною підготовкою насіння підвищувало вихід продукції та зменшувало питомі енерговитрати. Величина приросту залежала від погодних умов року.

Література

1. Yeremko L., Hanhur V., Staniak M. Effect of mineral fertilization and seed inoculation with microbial preparation on seed and protein yield of pea (*Pisum sativum* L.). *Agronomy*. 2024. Vol. 14, No. 5. Art. 1004. DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy14051004.

2. Georgieva N., Nikolova I., Pavlov D., Zhelyazkova Ts. Energy effi-ciency in pea organic production. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2022. Vol. 28, No. 1. P. 55–60.

ВПЛИВ УДОБРЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ МІСКАНТУСУ ГІГАНТСЬКОГО (MISCANTHUS GIGANTEUS) В УМОВАХ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

Карбівська У. М., д. с.-г. н., професор
Гусак В. В., к. б. н., доцент
Карпатський національний університет імені Василя Стефаника,
м. Івано-Франківськ, Україна

Серед різноманіття високопродуктивних трав’янистих багаторічних рослин перспективною енергетичною культурою є міскантус гігантський [1]. В

ґрунтово-кліматичних умовах України рослини з С4-типом фотосинтезу, зокрема міскантус гігантський (Miscanthus giganteus), характеризуються здатністю формувати високі обсяги біомаси. Він належить до родини тонконогових (Poaceae) та відзначається інтенсивним ростом і формуванням високорослих стебел висотою до 5 м, що зумовлює накопичення значної надземної вегетативної біомаси [2, 3]. Міскантус гігантський є природним міжвидовим гібридом Miscanthus sinensis і Miscanthus saccharifolius, при цьому материнською формою виступає M. saccharifolius. Вид розмножується виключно вегетативно, є найбільш поширеним в Україні та широко застосовується у виробництві біопалива, технологіях фіторемедіації ґрунтів і для одержання низки побічних продуктів [4].

Дослідження проводили у 2022–2025 роках на експериментальній ділянці кафедри лісового та аграрного менеджменту Карпатського національного університету імені Василя Стефаника. Ґрунтовий покрив дослідної території представлений дерново-підзолистим поверхнево-оглеєним середньосуглинковим ґрунтом. Агрохімічна характеристика ґрунту включала такі показники: реакція ґрунтового розчину (pH) – 4,8, вміст гумусу – 1,8%, вміст доступних форм поживних елементів, мг/кг: азоту – 78,1 мг/кг, фосфору – 43,3 мг/кг, калію – 106,0 мг/кг.

Дослідженнями вивчались шість варіантів удобрення, за контроль взято варіант без добрив (обробка водою), $N_{90}P_{90}K_{90,}$ Black Jack, Intermag Titan, $N_{30}P_{30}K_{30}$ + Black Jack, $N_{30}P_{30}K_{30}$ + Intermag Titan.

У перший рік вирощування урожайність культури була низькою на всіх варіантах, що зумовлено біологічними особливостями культури та початковим етапом розвитку рослин. На контролі урожайність сухої біомаси становила 1,21 т/га, тоді як застосування удобрення забезпечувало її підвищення до 1,39–1,75 т/га. У наступні роки досліджень спостерігалося істотне зростання продуктивності міскантусу.

На контролі урожайність сухої біомаси зросла до 14,66 т/га у 2023 році та досягла максимального значення 16,12 т/га у 2024 році, з незначним зниженням у 2025 році до 14,91 т/га. Середній показник за чотири роки на контрольному варіанті становив 11,73 т/га. Внесення мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ сприяло стабільному й суттєвому підвищенню урожайності біомаси в усі роки досліджень. Середня урожайність за період 2022–2025 рр. на цьому варіанті становила 15,24 т/га, що на 3,51 т/га перевищувало контроль. Застосування препаратів Black Jack та Intermag Titan окремо також позитивно впливало на продуктивність культури. Середні показники урожайності сухої біомаси за чотири роки становили відповідно 14,07 та 13,49 т/га, що на 2,34–2,76 т/га більше порівняно з варіантом без удобрення.

Найвищі значення урожайності сухої біомаси зафіксовано за комплексного застосування мінеральних добрив у поєднанні з біологічними та мікроелементними препаратами. У варіанті $N_{30}P_{30}K_{30}$ + Black Jack середній показник досяг 16,43 т/га, що на 4,70 т/га перевищувало контроль і на 1,19 т/га – варіант із внесенням лише мінеральних добрив. Поєднання $N_{30}P_{30}K_{30}$ + Intermag

Titan забезпечило середню урожайність на рівні 15,84 т/га. В усіх дослідних варіантах міскантус гігантський характеризувався максимальним виходом твердого біопалива, який змінювався від 17,1 т/га на контрольному варіанті до 23,0 т/га за внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ у поєднанні з препаратом Black Jack.

Отже, результати чотирирічних досліджень (2022–2025 рр.) свідчать про високу продуктивність міскантусу гігантського та перспективність його вирощування як енергетичної культури в ґрунтово-кліматичних умовах Західного регіону України. Продуктивність культури істотно залежала від рівня мінерального живлення та застосування біологічних і мікроелементних препаратів. Найефективнішим виявилося комплексне застосування $N_{30}P_{30}K_{30}$ + Black Jack, за якого середня урожайність сухої біомаси становила 16,43 т/га, що на 4,70 т/га перевищувало контрольний варіант. За цього ж варіанта забезпечувався найвищий вихід твердого біопалива – 23,0 т/га. Таким чином, поєднання помірної дози мінеральних добрив із препаратом Black Jack сприяло підвищенню біомасової продуктивності та енергетичного потенціалу міскантусу гігантського, що підтверджує доцільність застосування цієї технологічної комбінації у виробництві біопалива.

Література

1. Макух Я. П. Особливості формування врожайності міскантусу гігантського за спільної вегетації з бур'янами. *Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків.* 2017. Вип. 25. С. 115–123.
2. Курило В.Л., Рахметов Д.Б., Кулик М.І. Біологічні особливості та потенціал урожайності енергетичних культур родини тонконогових в умовах України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2018. Вип. 1 (88), С. 11–17. DOI: https://doi.org/10.31210/visnyk2018.01.01.
3. Карбівська У. М., Сітник А. А. Продуктивність міскантусу залежно від елементів агротехнології на дерново-підзолистому ґрунті в умовах Прикарпаття. *Таврійський науковий вісник*. 2024. № 137. С. 111–116. DOI: https://doi.org/10.32782 /2226-0099.2024.137.14.
4. Дековець В. О., Кулик М. І. Вплив удосконалення елементів технології вирощування на врожайність надземної вегетативної маси міскантусу гігантського. *Аграрні інновації.* 2023. №17. С. 46–53. DOI: https://doi.org/10.32848/agrar. innov.2023.17.6.

ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

Карбівська У. М., д. с.-г. н., професор
Турак Р. О., аспірант
Карпатський національний університет імені Василя Стефаника,
м. Івано-Франківськ, Україна

Соняшник (*Helianthus annuus L.*) є однією з основних олійних культур України, яка має важливе продовольче, кормове та енергетичне значення. В умовах сучасних змін клімату, нестабільного водного режиму та необхідності підвищення ефективності використання ресурсів особливого значення набуває удосконалення технології його вирощування. Одним із ключових агротехнологічних чинників формування продуктивності соняшнику є система удобрення, яка визначає забезпеченість рослин елементами живлення, впливає на ріст і розвиток рослин та, зрештою, на рівень урожайності.

Одним із перспективних напрямів підвищення продуктивності соняшнику є залучення до виробництва сучасних високопродуктивних гібридів, адаптованих до конкретних ґрунтово-кліматичних умов. Вони характеризуються значним потенціалом продуктивності та за сприятливих умов вирощування здатні забезпечувати врожайність насіння на рівні 4,5–5,0 т/га за виходу олії 1,5–2,0 т/га. Використання високоінтенсивних гібридів, поєднане з їхньою стійкістю до основних хвороб та високою реакцією на оптимізацію елементів технології вирощування, створює передумови для одержання високих урожаїв насіння з підвищеним умістом олії [1]. Важливим чинником реалізації генетичного потенціалу таких гібридів є оптимізація системи живлення рослин, зокрема шляхом раціонального застосування мікроелементних добрив і регуляторів росту, що сприяє покращенню умов росту й розвитку та формуванню продуктивності культури [2].

Метою досліджень було встановити вплив різного удобрення на формування продуктивності гібридів соняшнику та визначити найбільш ефективне поєднання досліджуваних факторів в умовах Західного регіону України.

Дослідження проводили упродовж 2023–2025 рр. в умовах фермерського господарства «Поточище», розташованого на території Коломийської міської територіальної громади Івано-Франківської області.

Польовий експеримент закладали на опідзоленому легкосуглинковому чорноземі. Перед закладанням досліду визначено агрохімічні показники орного шару ґрунту: вміст гумусу становив 3,81%, лужногідролізованого азоту – 115 мг/кг ґрунту, рухомих сполук фосфору – 145 мг/кг, обмінного калію – 198 мг/кг. Реакція ґрунтового розчину була близькою до нейтральної – pHKCl 6,5.

Схема польового досліду передбачала вивчення дії та взаємодії двох факторів: фактора А – гібриди соняшнику різних груп стиглості; фактора В –

система удобрення. Сівбу проводили за температури ґрунту 12 °С. Попередником соняшнику була озима пшениця. На всіх варіантах досліду, у тому числі на контрольному, застосовували фонове мінеральне удобрення у дозі $N_{70}P_{40}K_{100}$ кг д. р./га. Азотні добрива вносили навесні під час сівби, тоді як фосфорні та калійні – восени під час основного обробітку ґрунту. Для забезпечення рослин елементами мінерального живлення використовували аміачну селітру, подвійний суперфосфат і хлористий калій. Препарат Фреш Енергія застосовували способом позакореневого підживлення у період активної вегетації соняшнику: у фазі 3–4 пар справжніх листків та у фазі бутонізації, з нормою витрати 0,5 кг/га.

Погодні умови вегетаційних періодів 2023–2025 рр. характеризувалися значною мінливістю, що проявлялася у відхиленнях температурного режиму та кількості атмосферних опадів від середніх багаторічних показників. Незважаючи на міжрічні коливання метеорологічних параметрів, значення гідротермічного коефіцієнта (ГТК) свідчили про достатню вологозабезпеченість ґрунту впродовж основних критичних періодів росту й розвитку соняшнику. Накопичена за вегетаційний період сума активних температур (Т > 10 °С) відповідала біологічним вимогам культури, що загалом забезпечувало сприятливе поєднання температурного та водного режимів для формування вегетативної маси й реалізації продуктивного потенціалу рослин.

Результати трирічних досліджень засвідчили істотну варіабельність урожайності гібридів соняшнику залежно від року вирощування, генотипових особливостей та системи удобрення. У 2023 р. на контрольному варіанті врожайність гібридів РТЖ Вольф, Бельведер, НК Конді та Арізона становила відповідно 2,02; 2,11; 1,95 та 1,72 т/га**.** Застосування мінерального удобрення у дозі $N_{50}P_{40}K_{50}$ сприяло підвищенню врожайності до 3,09–3,12 т/га залежно від гібрида. Найвищу продуктивність забезпечило комплексне застосування мінеральних добрив, біопрепарату та П.П. За цього варіанта удобрення максимальну врожайність сформував гібрид Бельведер – 3,77 т/га. Дещо нижчими були показники у гібридів РТЖ Вольф – 3,71 т/га, НК Конді – 3,16 та Арізона – 2,54 т/га.

Умови 2024 р. виявилися найбільш сприятливими для реалізації продуктивного потенціалу досліджуваних гібридів, що проявилося у найвищому загальному рівні врожайності за роки проведення досліджень. На контрольному варіанті врожайність гібридів РТЖ Вольф, Бельведер, НК Конді та Арізона становила відповідно 2,83; 2,17; 2,61 та 1,85 т/га. За внесення $N_{50}P_{40}K_{50}$ продуктивність підвищувалася до 3,08–3,55 т/га. Найефективнішим виявилося комплексне застосування мінерального удобрення, біопрепарату та П.П., за якого врожайність гібрида РТЖ Вольф досягла 4,45 т/га. У гібридів Бельведер, НК Конді та Арізона цей показник становив відповідно 4,36; 4,32 та 2,69 т/га.

У 2025 р. відзначено зниження врожайності досліджуваних гібридів порівняно з попереднім роком, що, ймовірно, було зумовлено менш сприятливим комплексом погодних умов упродовж вегетаційного періоду. На контрольному варіанті врожайність гібридів РТЖ Вольф, Бельведер, НК Конді

та Арізона становила відповідно 1,51; 1,82; 1,34 та 1,47 т/га. Водночас застосування комплексної системи удобрення забезпечувало істотне підвищення продуктивності та частково нівелювало негативний вплив погодних чинників. Найвищі показники врожайності отримано за комплексного застосування $N_{50}P_{40}K_{50}$, біопрепарату та П.П.: у гібрида РТЖ Вольф – 3,11 т/га, Бельведер – 3,05, НК Конді – 2,73 та Арізона – 2,44 т/га.

За результатами трирічних досліджень встановлено, що врожайність гібридів соняшнику істотно залежала від погодних умов року вирощування, генотипових особливостей та системи удобрення. Найсприятливішим за рівнем продуктивності виявився 2024 р., тоді як у 2025 р. спостерігалося її зниження внаслідок менш сприятливих погодних умов. Застосування мінерального удобрення $N_{50}P_{40}K_{50}$ забезпечувало підвищення врожайності порівняно з контролем, а найвищі показники отримано за комплексного застосування мінеральних добрив, біопрепарату та П.П. Максимальну врожайність сформував гібрид РТЖ Вольф – 4,45 т/га у 2024 р., що свідчить про високу ефективність поєднання адаптованого генотипу з оптимізованою системою живлення рослин.

Література

1. Паламарчук В. Д., Кричковський В. Ю. Продуктивність гібридів соняшнику залежно від позакореневих підживлень. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво.* 2025. Вип. 78 (1). DOI: https://doi.org/10.32636/01308521.2025-(78)-1-9.

2. Інноваційні підходи до фіторемедіації та фіторекультивації у сучасних системах землеробства : монографія / Я. Г. Цицюра та ін. Вінниця : ТОВ «Друк», 2022. 1200 с.].

ПІДВИЩЕННЯ ВРОЖАЙНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ЗА ОПТИМІЗАЦІЇ МІКРОЕЛЕМЕНТНОГО ЖИВЛЕННЯ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ

Кедрун О. В., асистент
Прищепа А. М., д. с.-г. н., професор
Навчально-науковий інститут агроекології та землеустрою
Національний університет водного господарства та природокористування,
м. Рівне, Україна

Зміна клімату посилює нестабільність умов формування врожаю: рослини частіше зазнають температурних стресів, дефіциту вологи та різких коливань гідротермічного режиму. За таких умов ефективність традиційної системи живлення дедалі більше залежить не лише від забезпечення макроелементами, а й від своєчасної корекції мікроелементного статусу та підтримання фізіологічної активності рослин [1, 2, 3].

Особливого значення набувають позакореневі підживлення, які дають змогу оперативно забезпечувати рослину фізіологічно важливими елементами та біологічно активними сполуками у критичні фази розвитку [4].

Для бобових культур особливе значення мають молібден (Mo) і кобальт (Co), оскільки їх дія безпосередньо пов'язана з біологічною фіксацією азоту. Молібден входить до функціональної системи ферменту нітрогеназа, який забезпечує відновлення молекулярного атмосферного азоту азотфіксуючими мікроорганізмами. Кобальт пов'язаний із синтезом кобаламіну (вітаміну B12), необхідного для життєдіяльності ризобій [5].

У сучасних системах живлення мікроелементи доцільно розглядати у взаємодії з біостимуляторами. Так до прикладу, екстракти морських водоростей Ascophyllum nodosum містять комплекс біологічно активних речовин – фітогормональні сполуки, бетаїни, амінокислоти та вітаміни. У дослідженнях відзначено їхню здатність підтримувати розвиток кореневої системи, симбіоз із бульбочковими бактеріями, цвітіння та зав'язування бобів, а також покращувати використання азоту, фосфору і мікроелементів. За стресових умов такі екстракти розглядаються як «біологічний буфер», що допомагає рослині зберігати продуктивність [3, 6].

Метою роботи є узагальнення та систематизація результатів польових досліджень ефективності позакореневого застосування мікроелементів і біологічно активних речовин для оптимізації мінерального живлення сої, встановлення закономірностей їх впливу на продуктивність культури та обґрунтування диференційованого підходу до оптимізації живлення сільськогосподарських культур в умовах зміни клімату.

Польові дослідження проводили у 2023 р. на дослідному полі в с. Зоря Рівненського району Рівненської області. Ґрунтовий покрив дослідної ділянки представлений темно-сірими середньо- та важкосуглинковими ґрунтами зі слабокислою реакцією ґрунтового розчину. Метеорологічні умови вегетаційного періоду характеризувалися достатнім зволоженням. Значення гідротермічного коефіцієнта (ГТК) становило 1,00, що свідчило про умови, близькі до гідротермічного оптимуму для вирощування сільськогосподарських культур.

Об'єктом досліджень була соя (Glycine max (L.) Merr.) середньораннього сорту STINE 11N20. У досліді вивчали ефективність позакореневого застосування комплексу мікроелементів на основі молібдену і кобальту (Mo+Co), екстракту морських водоростей Ascophyllum nodosum та вільних L-амінокислот рослинного походження. Застосування досліджуваних препаратів здійснювали у відповідні фази вегетації сої з урахуванням фізіологічних потреб рослин: Mo+Co – у фазі 3–5 трійчатих листків, Ascophyllum nodosum – у фазі початку бутонізації, L-амінокислоти – у фазі завершення цвітіння – формування бобів.

Ефективність досліджуваних чинників визначали за основними показниками росту та розвитку рослин, формуванням структурних елементів продуктивності та рівнем урожайності сої.

Схема досліду (чотири варіанти: контрольний та три дослідні) передбачала порівняння контрольного варіанта з варіантами, у яких застосовували окремі складові системи фоліарного живлення сої з різними нормами внесення. У контрольному варіанті вирощування сої проводили без застосування досліджуваних препаратів. У першому дослідному варіанті передбачалося позакореневе застосування комплексу мікроелементів на основі молібдену та кобальту (Mo + Co) з нормами внесення 0,3; 0,5; 0,7 і 0,9 л/га, у другому – екстракту морських водоростей Ascophyllum nodosum з нормами внесення 0,5; 1,0; 1,5 і 2,0 л/га, у третьому – вільних L-амінокислот рослинного походження з нормами внесення 0,5; 1,0; 1,5 і 2,0 л/га.

Застосування препаратів здійснювали у визначені фази вегетації сої відповідно до схеми досліду.

Контрольний варіант використовували як базовий для оцінювання впливу досліджуваних препаратів на ріст і розвиток рослин, формування структурних елементів урожаю, урожайність та вміст білка в зерні. Урожайність у контролі становила 2,56 т/га, а вміст білка у зерні – 37,0%.

Результати досліджень першого варіанта засвідчили, що застосування мікроелементного препарату, який містив молібден (Mo) у концентрації 80 г/л та кобальт (Co) 8 г/л, сприяло оптимізації мікроелементного живлення рослин сої. Кобальт у складі препарату перебував у хелатній формі з EDTA. Застосування зазначеного препарату було спрямоване на підтримання процесів симбіотичної азотфіксації та ефективного використання азоту рослинами сої [4, 5, 7, 8].

Фоліарне внесення Mo + Co у фазі BBCH 13–15 (3–5 трійчастих листків) забезпечило чітку дозозалежну реакцію. За норми 0,3 л/га врожайність підвищилася до 2,94 т/га, тобто на 0,38 т/га або 14,8% відносно контролю. За 0,5 л/га одержано 3,13 т/га (+22,3%), за 0,7 л/га – 3,23 т/га (+26,2%), а за максимальної норми 0,9 л/га – 3,27 т/га, що відповідало приросту 0,71 т/га або 27,7%. Одночасно вміст білка зріс від 37,0% на контролі до 38,6% за норми 0,9 л/га.

Важливо, що зі збільшенням норми темп приросту врожайності поступово сповільнювався. Усі досліджені норми визначено як окупні, а найбільш рентабельним виявився діапазон 0,3–0,7 л/га. Отже, оптимізація мікроелементного живлення має базуватися на пошуку зони максимальної віддачі, а не на механічному збільшенні норми. Для сої це особливо важливо, оскільки Mo і Co не просто усувають потенційний дефіцит, а підтримують функціонування симбіотичної системи, від якої залежить азотне живлення та формування білка [4, 7, 8].

Другий варіант досліду пердбачав внесення екстракту морських водоростей Ascophyllum nodosum (концентрація еквівалентна вмісту синтетичних фітогормонів 132 ppm/л) у фазі BBCH 51–52 (початок бутонізації). В нормі 0,5 л/га це підвищило врожайність до 2,89 т/га (+0,33 т/га; +12,9%). За 1,0 л/га врожайність становила 3,29 т/га (+0,73 т/га; близько +28,5%), за 1,5 л/га – 3,36 т/га (+31,3%), а за 2,0 л/га – 3,37 т/га (+31,6%). Вміст білка зростав

відповідно від 37,0% на контролі до 38,0% за максимальної норми. Після 1,0 л/га приріст урожайності різко сповільнювався: збільшення норми удвічі – від 1,0 до 2,0 л/га – дало лише близько 0,08 т/га додаткового врожаю. Саме тому найбільш рентабельним у дослідженні визначено діапазон 0,5–1,0 л/га.

Цей результат має принципове значення для адаптивних технологій. Біостимулятор не замінює мінерального живлення, але може підвищувати ефективність його використання та підтримувати фізіологічні процеси у критичні періоди. В умовах кліматичної нестабільності це дозволяє зміщувати акцент від простого нарощування кількості елементів живлення до керування їх засвоєнням і метаболічною ефективністю [3, 6].

Третім компонентом дослідженої системи були вільні L-амінокислоти рослинного походження (екстракт концентрацією 200 г/л). Основна їх роль пов'язується зі зниженням гербіцидного та температурного стресів, участю у синтезі хлорофілу, роботі фотосистем і азотному обміні, підтримкою бульбочкового апарату та доступності мікроелементів. Вільна L-форма має перевагу швидкого включення у метаболічні процеси порівняно з більшими пептидними молекулами, що особливо актуально тоді, коли власний синтез амінокислот рослиною обмежений стресом [3, 6].

Позакореневе застосування екстракту вільних L-амінокислот у фазі ВВСН 69–71 (завершення цвітіння - формування бобів) дало найвищу абсолютну врожайність серед трьох досліджених напрямів. За норми 0,5 л/га врожайність становила 2,92 т/га (+14,1%), за 1,0 л/га – 3,37 т/га (+31,6%), за 1,5 л/га – 3,41 т/га (+33,2%), за 2,0 л/га – 3,44 т/га (+34,4%). Вміст білка підвищився від 37,0% до 38,6%. Найбільш інтенсивне зростання врожайності спостерігалося у діапазоні 0,5–1,0 л/га; подальше збільшення норми забезпечувало лише незначний додатковий ефект. Економічно найбільш рентабельними визначено норми 0,5–1,0 л/га.

Порівняння трьох досліджень показує спільну закономірність: оптимізоване фоліарне живлення впливало не лише на врожайність, а й на структурні показники рослин та якість зерна. За підвищення норм досліджуваних продуктів зростали висота рослин, галуження, кількість бобів і частка бобів із 3–4 насінинами. Максимальний приріст урожайності відносно єдиного контролю становив 27,7% для Mo + Co, 31,6% для Ascophyllum nodosum і 34,4% для вільних L-амінокислот. Водночас в усіх трьох випадках проявлявся ефект спадної граничної віддачі: після досягнення певної норми додаткове збільшення дози давало дедалі менший приріст.

На основі отриманих результатів оптимізацію мікроелементного живлення в умовах зміни клімату доцільно будувати як фазово орієнтовану систему. На ранніх етапах розвитку сої пріоритетним є забезпечення функціонування азотфіксуючого симбіозу, де важливу роль відіграють Mo і Co. У період бутонізації доцільним є застосування біостимуляторів, здатних підтримати кореневу систему, цвітіння, зав'язування та ефективність використання елементів живлення. У фазі завершення цвітіння - формування

бобів особливого значення набуває підтримка метаболізму та антистресової стійкості за допомогою швидкодоступних вільних L-амінокислот [3–6].

Такий підхід не слід трактувати як універсальну рецептуру для всіх сільськогосподарських культур: наведені кількісні результати отримано саме на сої STINE 11N20 у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах покордоння Західного Полісся та Західного Лісостепу. Водночас дослідження підтверджують загальну технологічну логіку, актуальну в умовах кліматичних змін: діагностувати найбільш уразливий фізіологічний процес, забезпечувати потрібний елемент або біостимулюючу сполуку у відповідну фазу та оцінювати не тільки максимальний біологічний ефект, а й економічний оптимум.

Отже, позакореневе застосування молібдену і кобальту, екстракту морських водоростей Ascophyllum nodosum та вільних L-амінокислот рослинного походження позитивно впливало на врожайність і вміст білка у зерні сої. Найвищий приріст урожайності забезпечили L-амінокислоти – 34,4%, екстракт Ascophyllum nodosum – 31,6%, а Mo + Co – 27,7%. Оптимальні норми застосування становили відповідно 0,5–1,0; 0,5–1,0 та 0,3–0,7 л/га. Отримані результати підтверджують доцільність оптимізації фоліарного живлення сої з урахуванням урожайності, якості зерна та економічної ефективності.

Література

1. Мельник А. В., Романько Ю. О., Романько А. Ю., Дудка А. А. Вплив погодно-кліматичних параметрів на врожайність зерна сучасних сортів сої в умовах північно-східного лісостепу України. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. 2019. Вип. 109(1). С. 76–83.

2. Polovyy V., Hnativ P., Balkovskyy V., Ivaniuk V., Lahush N., Shestak V., Szulc W., Rutkowska B., Lukashchuk L., Lukyanik M., Lopotych N. The influence of climate changes on crop yields in Western Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. Vol. 11(1). P. 384–390. DOI: 10.15421/2021_56.

3. Мірошниченко М., Гладкіх Є. Агротехніка за стресових умов. *Farmer* (the Ukrainian). 2015. № 10(70). С. 36–39.

4. Санін Ю. В., Санін В. А., Санін О. Ю. Особливості позакореневого підживлення сільськогосподарських культур мікроелементами. *Журнал Агроном*. 2015. № 4(50). С. 31–33.

5. Доломанов О. М. Сучасні мікродобрива та інокулянти від ТОВ НВФ «Агро світ». *Зерно*. 2015. № 3(108). С. 194–195.

6. Veremeenko S., Oleinik O., Furmanets O. Evaluation of the effectiveness of the use of plant growth stimulants on the productivity of agricultural crops. *Journal Sustainable Development*. Varna, 2015. Vol. 4(25). P. 40–44.

7. Польовий В. М., Кулик С. М. Формування фотосинтетичного апарату сої залежно від удобрення та післядії вапнування. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2016. Вип. 88(1). С. 60–67.

8. Польовий В. М., Кулик С. М. Вплив застосування добрив та вапнякових меліорантів на поживний режим дерново-підзолистого ґрунту за вирощування

сої в умовах Західного Полісся. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2017. № 269. С. 185–193.

БІОСТИМУЛЯТОРИ, КРЕМНІЙ ТА БІОЧАР ЯК ІНСТРУМЕНТИ АДАПТАЦІЇ РОСЛИННИЦТВА ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ ДО ПОСУХИ

Коваленко О. А., д. с.-г. н., провідний науковий співробітник,
Миколаївська державна сільськогосподарська
дослідна станція Інституту кліматично орієнтованого
сільського господарства НААН України,
м. Миколаїв

Клімат Південного Степу України впродовж останніх десятиліть зазнає стійкої аридизації: багаторічний моніторинг фіксує зростання повторюваності та тривалості посух, зміщення меж агрокліматичних зон і скорочення ресурсів продуктивної вологи [1]. Аналіз метеорологічних рядів підтверджує довготривалий тренд посилення метеорологічних посух на більшій частині території країни, причому південні області залишаються найуразливішими [2]. Вегетаційний період 2026 року на Миколаївщині виявився показовим щодо цих процесів: за гідротермічного коефіцієнта Селянінова 0,15–0,25, дефіциту опадів близько 70% від норми та максимальних температур повітря до +36 °С посіви формувалися за істотного водного дефіциту. За таких умов класичні агротехнічні прийоми вже не гарантують стабільної продуктивності, тож на перший план виходять технології, що безпосередньо підвищують стійкість рослин до стресу.

Одним із дієвих напрямів адаптації є застосування біостимуляторів. Вони активують антиоксидантну систему, регулюють водний обмін і гормональний баланс рослини, унаслідок чого пом’якшують негативний вплив абіотичних стресів і зменшують втрати врожаю за посухи [3]. Їхня дія посилюється в поєднанні з ґрунтополіпшувачами, що утримують вологу в кореневмісному шарі.

Саме таким компонентом слугує біочар. Глобальний метааналіз польових дослідів засвідчив, що внесення біочару поліпшує гідрофізичні властивості ґрунту та підвищує ефективність використання води культурами, а найбільший приріст спостерігається на легких за гранулометричним складом ґрунтах, характерних для Степу [4]. Пориста структура біочару не лише нагромаджує вологу, а й працює як носій для поживних речовин і корисної мікрофлори, посилюючи дію внесених препаратів.

Окрему роль у формуванні посухостійкості відіграють ризосферні бактерії, що стимулюють ріст рослин (PGPR). Через синтез ферменту АЦК-дезамінази вони знижують рівень «стресового» етилену, підтримують розвиток кореневої системи й поглинання води, чим послаблюють пригнічення рослин за

дефіциту вологи [5]. Кремнієві препарати доповнюють цей ефект на рівні тканин: кремній потовщує клітинні стінки, зменшує непродуктивну транспірацію та активує захисні механізми, підвищуючи водоутримувальну здатність рослини [6]. Гумінові речовини, своєю чергою, стимулюють ризогенез, поліпшують живлення й пом'якшують дію окисного стресу за несприятливих умов [7]. Чутливість самих культур до посухи також не однакова: у олійних і кормових видів рослин водний дефіцит змінює ростові процеси, урожайність і якість продукції, що обґрунтовує потребу цілеспрямованої антистресової підтримки [8].

Ці теоретичні положення перевірено у польовому досліді Миколаївської ДСГДС (завдання 05.01.00.14.П, ПНД НААН 5 «Зрошуване землеробство») за трифакторною схемою сумісного посіву мальви кормової та сорго цукрового з позакореневим підживленням антистресовими препаратами. За біометричними обліками 25 червня 2026 року у контролі висота мальви кучерявої (сорт Кучерява 2) становила 21–24 см, сорго – 57–64 см. Монопрепарати підвищували висоту мальви до 26–34 см, сорго – до 66–79 см, причому кремнієво-кальцієвий препарат Квантум АкваСил та гуміновий Гуміфренд 80 перевершували ефект самого біочару. Максимум зафіксовано за поєднання біочару з кальцієвим імуностимулятором: 38–42 см у мальви та 90–99 см у сорго, що відповідало приросту 75–80% і 45–50% до контролю. За впливом на ріст обох культур препарати вишикувалися в ряд: Біочар + Ярило Імуностимулятор Ca+ > Біочар + Гуміфренд 80 > Квантум АкваСил > Гуміфренд 80 > Біочар > Контроль.

Одержана закономірність має чітке фізіологічне підґрунтя. Біочар поліпшує вологозабезпечення й слугує носієм активних компонентів [4]; гумінові речовини розвивають кореневу систему [7]; кремній зміцнює клітинні стінки та обмежує транспіраційні втрати [6]; кальцій стабілізує клітинні мембрани, підвищуючи стійкість до зневоднення. Поєднання цих механізмів у комбінованих обробках дає синергічний ефект, що й пояснює перевагу варіантів на основі біочару за посухи 2026 року.

Висновки. За посушливих умов Південного Степу України позакореневе застосування антистресових препаратів є ефективним прийомом підвищення стійкості польових культур до водного дефіциту. Найвищу дію забезпечують комбіновані обробки на основі біочару, які поєднують його сорбційно-носійні властивості з кремнієм, кальцієм і гуміновими речовинами. Такі рішення доцільно розглядати як складник адаптивних технологій вирощування кормових культур в умовах прогресуючої аридизації клімату.

Література

1. Дегодюк Е., Дегодюк С. Е., Борко Ю., Літвінова О., Ігнатенко Ю., Мулярчук А. Тривалий моніторинг аридизації в землеробстві до змін і за змін клімату в Україні. *Plant and Soil Science*. 2021. Т. 12, № 4. С. 102–114. DOI: https://doi.org/10.31548/agr2021.04.0102.

2. Semenova I., Vicente-Serrano S. M. Long-term variability and trends of

meteorological droughts in Ukraine. *International Journal of Climatology*. 2024. Vol. 44, No. 6. P. 1849–1866. DOI: https://doi.org/10.1002/joc.8416.

3. Ma Y., Freitas H., Dias M. C. Strategies and prospects for biostimulants to alleviate abiotic stress in plants. Frontiers in Plant Science. 2022. Vol. 13. Art. 1024243. DOI: https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1024243.

4. Wu W., Han J., Gu Y., Li T., Xu X., Jiang Y., Li Y., Sun J., Pan G., Cheng K. Impact of biochar amendment on soil hydrological properties and crop water use efficiency: a global meta-analysis and structural equation model. *GCB Bioenergy*. 2022. Vol. 14, No. 6. P. 657–668. DOI: https://doi.org/10.1111/gcbb.12933.

5. Ahmad H. M., Fiaz S., Hafeez S., Zahra S., Shah A. N., Gul B., Aziz O., Mahmood-Ur-Rahman, Fakhar A., Rafique M., Chen Y., Yang S. H., Wang X. Plant growth-promoting rhizobacteria eliminate the effect of drought stress in plants: a review. *Frontiers in Plant Science*. 2022. Vol. 13. Art. 875774. DOI: https://doi.org/10.3389/fpls.2022. 875774.

6. Mir R. A., Bhat B. A., Yousuf H., Islam S. T., Raza A., Rizvi M. A., Charagh S., Albaqami M., Sofi P. A., Zargar S. M. Multidimensional role of silicon to activate resilient plant growth and to mitigate abiotic stress. Frontiers in Plant Science. 2022. Vol. 13. Art. 819658. DOI: https://doi.org/10.3389/fpls.2022.819658.

7. Moura O. V. T. de, Berbara R. L. L., Torchia D. F. de O., Silva H. F. O. da, Castro T. A. van T. de, Tavares O. C. H., Rodrigues N. F., Zonta E., Santos L. A., García A. C. Humic foliar application as sustainable technology for improving the growth, yield, and abiotic stress protection of agricultural crops. A review. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 2023. Vol. 22, No. 8. P. 493–513. DOI: https://doi.org/ 10.1016/j.jssas.2023.05.001.

8. Borzoo S., Mohsenzadeh S., Moradshahi A., Kahrizi D., Zamani H., Zarei M. Characterization of physiological responses and fatty acid compositions of Camelina sativa genotypes under water deficit stress and symbiosis with Micrococcus yunnanensis. *Symbiosis*. 2021. Vol. 83, No. 1. P. 79–90. DOI: 10.1007/s13199-020-00733-5.

СВІТЛОДІОДНЕ ОПРОМІНЕННЯ ЯК ЧИННИК РЕГУЛЯЦІЇ АРХІТЕКТОНІКИ ТА ПРОДУКТИВНОСТІ ПЕРЦЮ В ГІДРОПОНІЦІ

Ковальов М. М., к. с.-г. н., доцент
Центральноукраїнський національний технічний університет,
м. Кропивницький, Україна

У світлокультурі овочевих рослин режим світлодіодного опромінення зазвичай описують трьома параметрами – щільністю потоку фотонів фотосинтетично активної радіації (PPFD), спектральним складом і фотоперіодом [1]. Четвертий параметр – просторова орієнтація потоку відносно рослини – у технологічних регламентах практично не враховується, хоча саме він визначає глибину проникнення фотонів у крону та рівномірність їх розподілу між ярусами

листя [2, 3]. Водночас напрямок падіння світла є для рослини морфогенетичним сигналом: асиметрію освітленості вона сприймає фоторецепторами й відповідає на неї фототропічним вигином осі та перебудовою архітектоніки [4].

Для томата встановлено, що поєднання верхнього та внутрішньокронового досвічування забезпечує вищий урожай, ніж кожне з них окремо [5], а для солодкого перцю бічне досвічування підвищувало суху масу пагона й урожай плодів на 17–20 % [6, 7]. Проте зміщення джерела вбік несе ризик викривлення стебел і однобічного розвитку крони. Для вітчизняних установок зі штучним кліматом, де освітлення формує основну частку енерговитрат [8], особливо цінні рішення, що підвищують віддачу без нарощування встановленої потужності. До таких належить перекомпонування наявних світильників у модульних системах періодичного затоплення, поширених у навчальних закладах і малих господарствах [9].

Мета роботи – оцінити, як геометрія світлового поля світлодіодних джерел за незмінної інтенсивності опромінення регулює архітектоніку куща, накопичення біомаси та закладання генеративних органів перцю гострого (*Capsicum annuum* L.) сорту Угорський жовтий у гідропоніці.

Однофакторний дослід проведено в модулі періодичного затоплення (Flood & Drain) у приміщенні з повністю штучним освітленням. Порівнювали три схеми опромінення: А – вертикальну згори (90°, контроль), Б – похилу згори-збоку (45°), В – комбіновану (70 % потоку згори та 30 % збоку під кутом 45°). Щоб відокремити ефект напрямку від ефекту інтенсивності, PPFD на рівні верхнього ярусу листя в усіх варіантах вирівнювали за квантовим датчиком до 200 мкмоль·м$^{-2}$·с$^{-1}$, щотижня коригуючи висоту підвісу панелей; без такої корекції похиле падіння, згідно із законом косинуса, знизило б освітленість горизонтальної поверхні приблизно на 29 %. Фотоперіод становив 14 год, спектр – червоний 660 нм / синій 450 нм, ЕС розчину – 1,8–2,2 мСм·см$^{-1}$, pH – 5,8. Облікова одиниця – рослина, повторність п’ятиразова, обліки – на 0, 7, 14, 21 і 28-у добу. Архітектоніку характеризували висотою рослини H, діаметром стебла d, кутом відхилення осі від вертикалі, індексом асиметрії крони $I_a = R_{осв}/R_{зат}$ (відношення радіусів проєкції крони з освітленого та затіненого боків) та індексом компактності $I_c = H/d$. Дані опрацьовано дисперсійним аналізом із розрахунком $НІР_{05}$ та кореляційно-регресійним аналізом [10].

Зміна напрямку опромінення по-різному вплинула на лінійний ріст і потовщення стебла (табл. 1). На 28-у добу рослини варіанта Б поступалися контролю за висотою на 10,7 %, а варіанта В – перевищували його на 3,6 %, тоді як діаметр стебла зріс в обох дослідних варіантах – на 14,3 і 28,9 %. Через цю різноспрямованість найчутливішим інтегральним показником архітектоніки виявився індекс компактності: у контролі він за 28 діб зріс із 32,58 до 33,89, що свідчить про поступове витягування рослин, а в дослідних варіантах знизився до 26,48–27,24 (рис. 1, а); схема опромінення пояснювала понад 99 % його мінливості.

Таблиця 1

Показники архітектоніки та продуктивності перцю гострого на 28-у добу залежно від схеми світлодіодного опромінення

Показник	А (90°, контроль)	Б (45°, похиле)	В (70+30 %)	$НІР_{05}$
Висота рослини, см	20,40	18,22	21,14	0,38
Діаметр стебла, мм	6,02	6,88	7,76	0,13
Індекс компактності I_c	33,89	26,48	27,24	0,21
Кут відхилення стебла, град	1,1	20,1	5,0	0,45
Індекс асиметрії крони I_a	1,022	1,824	1,060	–*
Загальна суха маса, г	7,85	9,33	10,33	0,42
Суха маса кореневої системи, г	1,75	2,18	2,41	0,13
Бутони і квітки, шт./рослину	8,6	10,6	13,6	0,75
Сформовані плоди, шт./рослину	4,6	6,6	7,6	0,75

*Примітка. Наведено середні значення по 5 рослинах у варіанті; * індекс асиметрії крони фіксували як усереднену характеристику варіанта, тому $НІР_{05}$ не розраховували.*

Фототропічна відповідь виявилася нелінійною щодо частки бічного потоку (рис. 1, б). За повністю похилого опромінення вісь стебла відхилилася на 20,1°, а індекс асиметрії крони досяг 1,824, тобто крона набула вираженої однобічності, неприйнятної для вирощування без опор. У комбінованому варіанті ці показники становили лише 5,0° і 1,060: зменшення бічної складової приблизно втричі послабило деформацію вчетверо. Імовірне пояснення полягає в тому, що величина фототропічного вигину залежить від контрасту освітленості між боками органа [4], а потужна вертикальна складова цей контраст знижує.

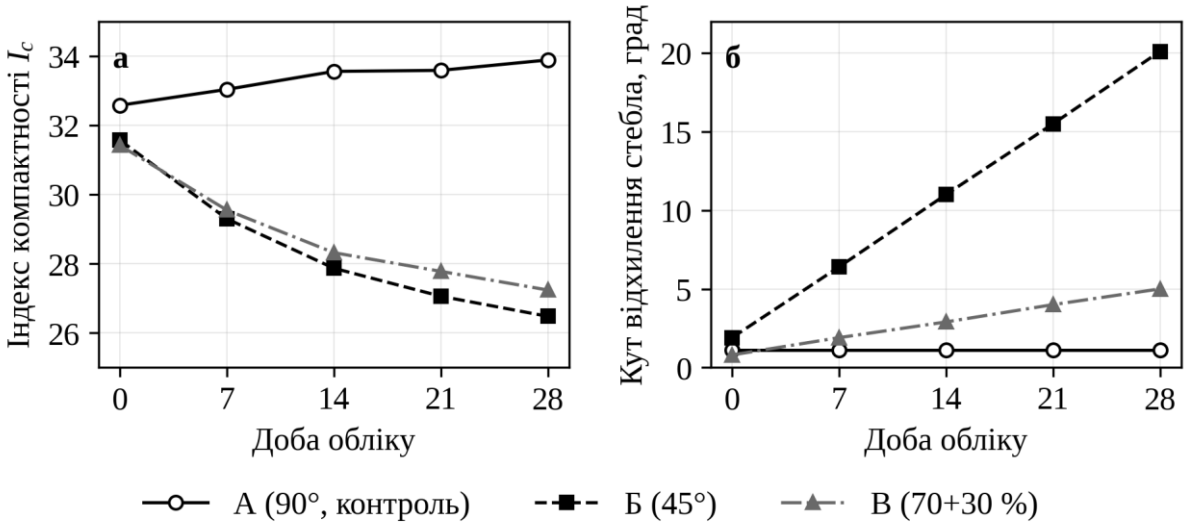


Рис. 1. Динаміка індексу компактності (а) та кута відхилення стебла (б) перцю гострого за різних схем світлодіодного опромінення

Загальна суха маса рослин у варіантах Б і В перевищила контроль на 18,9 і 31,6 % (табл. 1), причому коренева система реагувала сильніше (+24,6 і 37,7 %), ніж надземна частина (+17,2 і 29,8 %). Оскільки абсолютна маса пагона також істотно зросла, йдеться не про перерозподіл обмеженого ресурсу між органами, а про поліпшення вуглецевого балансу рослини загалом – найімовірніше, завдяки залученню до нетто-асиміляції нижніх листків, які за вертикального опромінення затінювалися. Згідно з концепцією функціональної рівноваги, частка кореня зростає переважно за дефіциту кореневого живлення [11], проте в досліді живлення не лімітувало ріст, а PPFD була вирівняною, тож зростання частки кореня в сухій масі з 22,3 до 23,3–23,4 % є наслідком загального збільшення асиміляційного ресурсу, а не реакцією на стрес. Найчутливішою до геометрії світлового поля виявилася генеративна сфера: кількість бутонів і квіток на 28-у добу зросла на 23,3 і 58,1 %, сформованих плодів – на 43,5 і 65,2 %. Схеми діяли різними шляхами: комбінована – через закладання більшої кількості вузлів (8,81 проти 7,85 у контролі), похила – через вищий коефіцієнт реалізації генеративних утворень (62,2 проти 53,3 %).

Діаметр стебла тісно корелював із загальною сухою масою ($r = +0{,}982$), а залежність описується рівнянням $M = 1{,}447d - 0{,}793$ ($R^2 = 0{,}964$), тоді як висота рослини істотного зв’язку з масою не мала ($r = +0{,}176$), оскільки вона є похідною кількох різноспрямованих процесів, що по-різному регулюються світловими сигналами [12]. Це відкриває можливість неруйнівного контролю накопичення біомаси в гідропонному модулі одним вимірюванням штангенциркулем. Кут відхилення стебла з продуктивністю не корелював ($r = +0{,}299$; $p = 0{,}279$), отже, приріст маси й деформацію куща можна регулювати незалежно, добираючи частку бічного потоку.

Отже, світлодіодне опромінення регулює архітектоніку та продуктивність перцю гострого не лише кількістю, а й напрямком потоку фотонів. Для модульних гідропонних установок доцільна комбінована схема (70 % потоку згори та 30 % збоку під кутом 45°) за обов’язкового приладового вирівнювання PPFD: вона забезпечує найбільший приріст сухої маси (31,6 %) і кількості плодів (65,2 %) за технологічно прийнятної форми куща та реалізується перекомпонуванням наявного обладнання без додаткової потужності. Результати мають попередній характер і потребують перевірки в повному циклі вегетації до збирання товарних плодів з уточненням оптимальної частки бічної складової.

Література

1. Paradiso R., Proietti S. Light-quality manipulation to control plant growth and photomorphogenesis in greenhouse horticulture: the state of the art and the opportunities of modern LED systems. Journal of Plant Growth Regulation. 2022. Vol. 41. P. 742–780. DOI: https://doi.org/10.1007/s00344-021-10337-y

2. Schipper R., van der Meer M., de Visser P. H. B., Heuvelink E., Marcelis L. F. M. Consequences of intra-canopy and top LED lighting for uniformity of light

distribution in a tomato crop. Frontiers in Plant Science. 2023. Vol. 14. Article 1012529. DOI: https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1012529

3. Hwang I., Yoon S., Kim D., Kang J. H., Kim J. H., Son J. E. Evaluation of the effects of supplemental lighting and stem number on greenhouse sweet pepper growth and yield via ray-tracing simulation with 3D plant models. Biosystems Engineering. 2023. Vol. 226. P. 252–265. DOI: https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2023.01.010

4. Lv Q.-Y., Zhao Q.-P., Zhu C., Ding M., Chu F.-Y., Li X.-K., Cheng K., Zhao X. Hydrogen peroxide mediates high-intensity blue light-induced hypocotyl phototropism of cotton seedlings. Stress Biology. 2023. Vol. 3, No. 1. Article 24. DOI: https://doi.org/10.1007/s44154-023-00111-3

5. Ziaei N., Talebi M., Sayed Tabatabaei B. E., Sabzalian M. R., Soleimani M. Intra-canopy LED lighting outperformed top LED lighting in improving tomato yield and expression of the genes responsible for lycopene, phytoene and vitamin C synthesis. Scientific Reports. 2024. Vol. 14. Article 19022. DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-024-69210-z

6. Kim D., Moon T., Kwon S., Hwang I., Son J. E. Supplemental inter-lighting with additional far-red to red and blue light increases the growth and yield of greenhouse sweet peppers (*Capsicum annuum L.*) in winter. Horticulture, Environment, and Biotechnology. 2022. Vol. 63. P. 415–425. DOI: https://doi.org/10.1007/s13580-022-00450-6

7. Kim D., Son J. E. Adding far-red to red and blue supplemental light-emitting diode interlighting improved sweet pepper yield but attenuated carotenoid content. Frontiers in Plant Science. 2022. Vol. 13. Article 938199. DOI: https://doi.org/10.3389/fpls.2022.938199

8. Weidner T., Yang A., Hamm M. W. Energy optimisation of plant factories and greenhouses for different climatic conditions. Energy Conversion and Management. 2021. Vol. 243. Article 114336. DOI: https://doi.org/10.1016/j.enconman.2021.114336

9. Ковальов М.М. Вирощування мікрозелені салату ромен у NFT-системах залежно від впливу типу субстрату. *Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. Видавничий дім «Гельветика»,.* 2021, вип. 75. С. 48-52. DOI https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.9

10. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового досліду (Зрошуване землеробство) : навч. посіб. Херсон : Грінь Д. С., 2014. 448 с.

11. Poorter H., Niklas K. J., Reich P. B., Oleksyn J., Poot P., Mommer L. Biomass allocation to leaves, stems and roots: meta-analyses of interspecific variation and environmental control. New Phytologist. 2012. Vol. 193, No. 1. P. 30–50. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2011.03952.x

12. Nie W.-F., Li Y., Chen Y., Zhou Y., Yu T., Zhou Y., Yang Y. Spectral light quality regulates the morphogenesis, architecture and flowering in pepper (Capsicum annuum L.). Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology. 2023. Vol. 241. Article 112673. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2023.112673

ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ ГОСТРОГО ПЕРЦЮ В УМОВАХ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ПЕРІОДИЧНОГО ЗАТОПЛЕННЯ

Ковальов М. М., к. с.-г. н., доцент
Центральноукраїнський національний технічний університет,
м. Кропивницький, Україна

Гострий перець (*Capsicum annuum* L.) є цінною овочевою культурою з високим вмістом капсаїциноїдів, вітамінів і біологічно активних речовин, попит на яку зростає завдяки використанню у свіжому та переробленому вигляді, а також у фармацевтичному виробництві [1]. Гідропонні технології, зокрема система Ebb-and-Flow (Flood & Drain, припливно-відпливна система), дають змогу цілорічно вирощувати культуру незалежно від ґрунтово-кліматичних умов, забезпечуючи точний контроль водного, повітряного та мінерального режимів кореневмісного середовища [2, 3]. Водночас сортові особливості – габітус куща, тривалість вегетаційного періоду, реакція на рівень засолення поживного розчину – істотно впливають на продуктивність рослин за гідропонного вирощування [4, 5], що зумовлює актуальність диференційованої оптимізації технологічних параметрів для конкретних сортів.

Дослідження проводили в переносній гідропонній установці типу Ebb-and-Flow із субстратом на основі керамзиту, порівнюючи два сорти гострого перцю контрастних груп стиглості та плодоутворення – «Угорський жовтий» (великоплідний, помірно гострий) та «Чілійська спека» (дрібноплідний, високоврожайний за кількістю плодів). Варіанти досліду передбачали два режими електропровідності (ЕС) поживного розчину: диференційований за фазами розвитку (1,2 мС/см на розсадній стадії, 2,0 мС/см у вегетативну фазу, 3,0 мС/см у генеративну фазу) та сталий режим на рівні 2,5 мС/см упродовж усього циклу вирощування. Частоту циклів затоплення субстрату підтримували на рівні 4–6 разів на добу тривалістю 10–15 хв, що забезпечувало достатню аерацію кореневої системи між заливами.

Встановлено, що підвищення ЕС поживного розчину від розсадної до генеративної фази позитивно впливало на формування генеративних органів і масу плоду обох сортів порівняно зі сталим режимом (табл. 1), що узгоджується з результатами досліджень ступеневого підвищення електропровідності розчину для гострого перцю за вирощування методом проточної плівки [6]. Нижча продуктивність за сталого режиму, імовірно, пов’язана з надмірною концентрацією розчину на ранніх етапах і недостатньою – у фазу плодоутворення: підвищення ЕС понад оптимальний рівень гальмує ріст і знижує урожайність перцю, хоча й сприяє накопиченню біоактивних сполук у плодах [7, 8]. Сорт «Чілійська спека» формував більшу кількість дрібніших плодів на рослині, тоді як «Угорський жовтий» – меншу кількість, але значно

важчих плодів, що визначає різні стратегії підбору густоти насаджень і схем формування куща для двох сортів у системі Ebb-and-Flow.

Таблиця 1

Продуктивність сортів гострого перцю залежно від режиму електропровідності поживного розчину в системі Ebb-and-Flow

Сорт / режим ЕС розчину (розсадна – вегетативна – генеративна фази), мС/см	Кількість плодів на рослині, шт.	Середня маса плоду, г	Урожайність, кг/м²
Угорський жовтий, 1,2–2,0–3,0	18,4	9,2	4,1
Угорський жовтий, сталий режим 2,5	15,7	8,6	3,4
Чілійська спека, 1,2–2,0–3,0	24,6	5,1	3,8
Чілійська спека, сталий режим 2,5	20,3	4,8	3,0

Крім рівня ЕС, важливим чинником продуктивності є підтримання pH поживного розчину в межах 5,5–6,2, за якого зберігається доступність для рослин фосфору та мікроелементів [9]. У системі припливу-відпливу поєднання низької електропровідності з підвищеним pH знижувало товарну врожайність овочевих культур до 76 % [10]. Тому в системі Ebb-and-Flow контроль ЕС і pH необхідно здійснювати комплексно, з урахуванням фенологічної фази та сортових особливостей культури.

Отже, оптимізація гідропонного вирощування гострого перцю сортів «Угорський жовтий» та «Чілійська спека» в системі Ebb-and-Flow потребує диференційованого підвищення електропровідності поживного розчину від розсадної до генеративної фази розвитку, підтримання pH у межах 5,5–6,2 та регулювання частоти циклів затоплення субстрату відповідно до потреб кожного сорту. Застосування такого технологічного підходу забезпечило підвищення врожайності на 21–27 % порівняно зі сталим режимом живлення й дає змогу диференціювати технологію вирощування залежно від цільового використання сорту – великоплідного «Угорський жовтий» чи високопродуктивного за кількістю плодів «Чілійська спека».

Література

1. Бойко Ю. О., Шандра О. А., Бойко І. А., Фізор Н. С., Сущук Н. А., Беглая В. С., Образенко М. С. Фітохімічний склад і протизапальні властивості рідкого екстракту плодів Capsicum annuum L. Досягнення біології та медицини. 2017. № 1. С. 17–21.

2. Savvas D., Gruda N. Application of soilless culture technologies in the modern greenhouse industry – a review. European Journal of Horticultural Science. 2018. Vol. 83, № 5. P. 280–293.

3. Ковальов М. М. Технологічні особливості функціонування смарт-модулів періодичного затоплення в овочівництві закритого ґрунту.

Овочівництво і баштанництво. 2026. Вип. 79. С. 73–81. DOI: https://doi.org/10.32717/0131-0062-2026-79-73-81

4. Aktas H., Abak K., Cakmak I. Genotypic variation in the response of pepper to salinity. Scientia Horticulturae. 2006. Vol. 110, № 3. P. 260–266.

5. Amalfitano C., Del Vacchio L., Somma S., Cuciniello A., Caruso G. Effects of cultural cycle and nutrient solution electrical conductivity on plant growth, yield and fruit quality of 'Friariello' pepper grown in hydroponics. Horticultural Science (Prague). 2017. Vol. 44, № 2. P. 91–98. DOI: https://doi.org/10.17221/172/2015-HORTSCI

6. Hidayat C., Pahlevi M. R., Taufiqqurahman B. F., Ramdhani M. A. Growth and yield of chili in nutrient film technique at different electrical conductivity. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 288. Art. 012034. DOI: https://doi.org/10.1088/1757-899X/288/1/012034

7. Preciado-Rangel P., Rueda-Puente E. O., Valdez-Aguilar L. A., Reyes-Pérez J. J., Gallegos-Robles M. A., Murillo-Amador B. Electrical conductivity of nutrient solution and their effect on bioactive compounds and yield of bell pepper (Capsicum annuum L.). Tropical and Subtropical Agroecosystems. 2021. Vol. 24, № 2. DOI: https://doi.org/10.56369/tsaes.3375

8. Ahmadi M., Souri M. K. Growth characteristics and fruit quality of chili pepper under higher electrical conductivity of nutrient solution induced by various salts. AGRIVITA Journal of Agricultural Science. 2020. Vol. 42, № 1. P. 143–152.

9. Sonneveld C., Voogt W. Plant nutrition of greenhouse crops. Dordrecht : Springer, 2009. 431 p.

10. Wortman S. E. Crop physiological response to nutrient solution electrical conductivity and pH in an ebb-and-flow hydroponic system. Scientia Horticulturae. 2015. Vol. 194. P. 34–42. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.07.045

ОПТИМІЗАЦІЯ ВОЛОГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СУНИЦІ САДОВОЇ ШЛЯХОМ ПОЄДНАННЯ МУЛЬЧУВАННЯ ТА КРАПЕЛЬНОГО ЗРОШЕННЯ

Ковальов М. М., к. с.-г. н., доцент
Бондар М. М., здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
Центральноукраїнський національний технічний університет,
м. Кропивницький, Україна

Суниця садова (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) належить до найпоширеніших ягідних культур світу і посідає провідне місце серед ягідників України завдяки високій рентабельності вирощування та ранньому надходженню продукції [1]. Культура характеризується поверхневим розташуванням кореневої системи та підвищеними вимогами до вологозабезпеченості: листя суниці містить 68–72 %, а ягоди – 80–90 % води, тому навіть короткочасне пересихання верхнього шару ґрунту негайно позначається на розмірі й товарній якості ягід, а режим зрошення разом із видом мульчі визначає ріст рослин і врожайність [2]. В умовах Степу

України, де природне зволоження є нестійким і нерівномірним упродовж вегетації, регулювання водного режиму ґрунту за допомогою крапельного зрошення в поєднанні з мульчуванням є визначальним технологічним чинником стабільної продуктивності насаджень.

Польові дослідження закладали за загальноприйнятою методикою польового досліду в умовах зрошення [3], порівнюючи чотири варіанти утримання ґрунту на фоні крапельного зрошення: без мульчування (контроль), з мульчуванням чорною поліетиленовою плівкою, нетканим агроволоконним матеріалом (спанбонд) та солом'яною мульчею. Поливні норми диференціювали залежно від фактичних вологозапасів у кореневмісному шарі, підтримуючи передполивний поріг на рівні 70–75 % найменшої вологоємності в період цвітіння та достигання ягід.

Встановлено, що застосування плівкового мульчування забезпечує найбільш стабільне утримання вологи у шарі ґрунту 0–30 см завдяки практично повному припиненню фізичного випаровування з поверхні, водночас скорочуючи сумарну зрошувальну норму за сезон порівняно з немульчованим контролем. Мульчування спанбондом і соломою також істотно знижує втрати вологи на випаровування, проте поступається плівці за рахунок часткової газо-й вологопроникності матеріалів (табл. 1). Крім регулювання водного режиму, мульчування пригнічує ріст бур'янів і стабілізує температуру приґрунтового шару, що додатково сприяє формуванню генеративних органів рослин [4].

Таблиця 1

Вплив способів мульчування на водний режим ґрунту та продуктивність суниці садової за крапельного зрошення

Варіант досліду	Вологість ґрунту в шарі 0–30 см у міжполивний період, % НВ	Зрошувальна норма за сезон, м³/га	Урожайність, т/га
Крапельне зрошення без мульчування (контроль)	62–68	3200	12,8
Крапельне зрошення + чорна поліетиленова плівка	74–80	2450	18,6
Крапельне зрошення + нетканий агроволоконний матеріал (спанбонд)	70–76	2600	16,9
Крапельне зрошення + солом'яна мульча	68–74	2750	15,4

Сприятливіший водний режим на мульчованих варіантах позитивно позначився на продуктивності насаджень: приріст урожайності щодо контролю становив 20–45 % залежно від виду мульчувального матеріалу, а найвищий показник забезпечило поєднання крапельного зрошення з плівковим мульчуванням. Вплив мульчування та режиму зрошення на врожайність і

водоспоживання суниці підтверджено й в інших ґрунтово-кліматичних умовах [5, 6], зокрема врожайність за мульчування чорною поліетиленовою плівкою перевищувала немульчований контроль на 60 % [7]. На Півдні України застосування якісного садивного матеріалу суниці садової на фоні крапельного зрошення з одночасним укладанням мульчувальної плівки забезпечувало врожайність окремих сортів у межах 20,5–21,2 т/га, істотно перевищуючи варіанти без такого поєднання технологічних прийомів [8].

Отже, для стабілізації водного режиму ґрунту та підвищення продуктивності суниці садової в умовах Степу України доцільним є поєднання крапельного зрошення з мульчуванням чорною поліетиленовою плівкою як найбільш ефективного способу утримання вологи в кореневмісному шарі [4]. За обмеженого доступу до плівкових матеріалів прийнятною альтернативою є нетканий агроволоконний матеріал, який також забезпечує суттєве зниження непродуктивних витрат вологи порівняно з немульчованими насадженнями. Диференційований вибір способу мульчування з урахуванням економічної доцільності є важливим елементом ресурсоощадної технології вирощування суниці садової в зоні зрошення.

Література

1. Дикун М. О. Інтенсивна технологія вирощування суниці садової і малини у незахищеному ґрунті. Київ : Хвиля, 2009. 64 с.

2. Pires R. C. M., Folegatti M. V., Passos F. A., Arruda F. B., Sakai E. Vegetative growth and yield of strawberry under irrigation and soil mulches for different cultivation environments. Scientia Agricola. 2006. Vol. 63, № 5. P. 417–425. DOI: https://doi.org/10.1590/S0103-90162006000500001

3. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового досліду (Зрошуване землеробство) : навч. посіб. Херсон : Грінь Д. С., 2014. 448 с.

4. Kasirajan S., Ngouajio M. Polyethylene and biodegradable mulches for agricultural applications: a review. Agronomy for Sustainable Development. 2012. Vol. 32, № 2. P. 501–529. DOI: https://doi.org/10.1007/s13593-011-0068-3

5. Ковальов М.М. Вплив біопрепаратів на вирощування Fragaria ananassa в умовах плівкової теплиці. *Аграрні інновації Рецензований науковий журнал.* №14. 2022. Видавничий дім «Гельветика»,. С.60-65. DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.14.9

6. Sarıdaş M. A., Kapur B., Çeliktopuz E., Şahiner Y., Paydaş Kargı S. Land productivity, irrigation water use efficiency and fruit quality under various plastic mulch colors and irrigation regimes of strawberry in the eastern Mediterranean region of Turkey. Agricultural Water Management. 2021. Vol. 245. Art. 106568. DOI: https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106568

7. Taparauskienė L., Miseckaitė O. Effect of mulch on soil moisture depletion and strawberry yield in sub-humid area. Polish Journal of Environmental Studies. 2014. Vol. 23, № 2. P. 475–482.

8. Каращук Г. В. Вплив садивного матеріалу та сортового складу на ріст і розвиток рослин суниці садової в умовах зрошення півдня України. Таврійський науковий вісник. 2025. № 143, ч. 1. С. 121–127. DOI: https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.15

ЗМЕНШЕННЯ ПЕСТИЦИДНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА КОМАХ-ЗАПИЛЮВАЧІВ ПІД ЧАС ЦВІТІННЯ *HELIANTHUS ANNUUS* L.

Ковальов М. М., к. с.-г. н., доцент
Грицюк С. Ю., здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
Центральноукраїнський національний технічний університет,
м. Кропивницький, Україна

Соняшник (*Helianthus annuus* L.) є провідною олійною культурою степової зони України та одночасно цінним ентомофільним медоносом. Перехресне запилення комахами, насамперед медоносною бджолою (*Apis mellifera* L.), підвищує насіннєву продуктивність культури: за даними окремих досліджень, урожайність насіння рослин, доступних для запилювачів, була на 43 % вищою, ніж за їх ізоляції [1], а присутність диких бджіл посилює ефективність запилення медоносною бджолою [2]. Водночас період масового цвітіння соняшнику часто збігається з хімічними обробками посівів проти лускокрилих і сисних шкідників (лучний метелик, бавовникова совка, попелиці, трипси) та хвороб, що створює високий ризик гострого й хронічного токсикозу бджолосімей. У степовій зоні, де щільність пасік і площі медоносних посівів соняшнику залишаються значними, пошук технологічних та організаційних шляхів мінімізації токсичного навантаження на запилювачів набуває особливої актуальності в контексті кліматичної стійкості агросфери, біологізації виробництва та збереження продовольчої безпеки.

Основними чинниками ризику отруєння комах-запилювачів є клас небезпечності діючої речовини препарату для бджіл, спосіб і час обробки посівів, метеорологічні умови (швидкість вітру, температура повітря), а також відстань розташування пасік від оброблюваних площ [3]. За оцінками ризиків, пов’язаних із залишками пестицидів у пилку та нектарі, найбільшу небезпеку для бджіл за контактного впливу становлять піретроїдні та неонікотиноїдні інсектициди [4], а сублетальна дія інсектицидів може позначатися на тривалості життя та льотно-збиральній активності бджіл навіть без їх масової загибелі [5].

На основі узагальнення виробничого досвіду та літературних джерел визначено комплекс заходів мінімізації токсичного впливу пестицидів на запилювачів у період цвітіння соняшнику (табл. 1): перенесення хімічних обробок на вечірньо-нічний час, коли льотна активність бджіл відсутня; заміну високотоксичних піретроїдів і фосфорорганічних сполук на препарати нижчого класу небезпечності для бджіл, біологічні препарати та регулятори росту комах; попередження пасічників, пасіки яких розташовані на відстані до 10 км від

оброблюваних площ, не пізніше ніж за три доби до обробки відповідно до ст. 37 Закону України «Про бджільництво» [6]; дотримання прикордонно-захисних зон і санітарних вимог щодо застосування пестицидів [7] та обмеження кратності обробок безпосередньо у фазу масового цвітіння кошика.

Таблиця 1

Заходи мінімізації токсичного впливу пестицидів на комах-запилювачів під час цвітіння соняшнику

Захід	Механізм зниження ризику	Очікуваний ефект
Перенесення обробок на вечірньо-нічний час, після припинення льоту бджіл	Відсутність льоту бджіл, мінімальний контакт із робочим розчином	Істотне зниження ризику гострого отруєння
Заміна піретроїдів і ФОС на препарати нижчого класу небезпечності, біологічні препарати та регулятори росту комах	Нижча токсичність для *Apis mellifera*	Зменшення гострої та сублетальної дії на бджіл
Попередження пасічників не пізніше ніж за 3 доби до обробки (пасіки в радіусі до 10 км)	Можливість тимчасової ізоляції або вивезення пасік	Уникнення прямого контакту бджолосімей із препаратом
Дотримання прикордонно-захисних зон відповідно до класу небезпечності препарату	Зменшення знесення препарату на територію пасіки	Зниження забруднення нектару та пилку
Обмеження кратності обробок у фазу масового цвітіння кошика	Скорочення періоду токсичного навантаження на запилювачів	Збереження льотної активності бджіл

Комплексне застосування наведених заходів дає змогу поєднати ефективний хімічний захист посівів соняшнику від шкідників зі збереженням чисельності та льотної активності бджолосімей. Проведення обробок поза періодом льоту бджіл і добір препаратів з урахуванням їх токсичності для запилювачів належать до основних способів зниження ризику без відмови від хімічного захисту рослин [3, 4].

Отже, мінімізація токсичного впливу пестицидів на комах-запилювачів під час цвітіння соняшнику в Степу України потребує диференційованого поєднання технологічних (вибір препарату, строки й спосіб обробки), організаційних (взаємне інформування аграріїв і пасічників, дотримання захисних зон) та нормативно-правових заходів. Такий підхід відповідає принципам кліматично стійкого й екологічно безпечного агровиробництва та сприяє одночасному збереженню продуктивності соняшнику і бджільництва як важливої галузі сільського господарства степового регіону.

Література

1. Chambó E. D., Garcia R. C., de Oliveira N. T. E., Duarte-Júnior J. B. Honey bee visitation to sunflower: effects on pollination and plant genotype. Scientia Agricola. 2011. Vol. 68, № 6. P. 647–651. DOI: https://doi.org/10.1590/S0103-90162011000600007

2. Greenleaf S. S., Kremen C. Wild bees enhance honey bees' pollination of hybrid sunflower. Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA. 2006. Vol. 103, № 37. P. 13890–13895. DOI: https://doi.org/10.1073/pnas.0600929103

3. Johnson R. M., Ellis M. D., Mullin C. A., Frazier M. Pesticides and honey bee toxicity – USA. Apidologie. 2010. Vol. 41, № 3. P. 312–331. DOI: https://doi.org/10.1051/apido/2010018

4. Sanchez-Bayo F., Goka K. Pesticide residues and bees – a risk assessment. PLoS ONE. 2014. Vol. 9, № 4. Art. e94482. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0094482

5. McKenzie K. E., Winston M. L. The effects of sublethal exposure to diazinon, carbaryl and resmethrin on longevity and foraging in Apis mellifera L. Apidologie. 1989. Vol. 20, № 1. P. 29–40.

6. Про бджільництво : Закон України від 22.02.2000 № 1492-III. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1492-14 (дата звернення: 11.09.2026).

7. Транспортування, зберігання та застосування пестицидів у народному господарстві : Державні санітарні правила ДСП 8.8.1.2.001-98. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0001280-98 (дата звернення: 11.09.2026).

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА СПОСОБІВ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ *ZEA MAYS* L. VAR. *SACCHARATA*

Ковальов М. М., к. с.-г. н., доцент
Німченко В. В., здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
Центральноукраїнський національний технічний університет,
м. Кропивницький, Україна

Цукрова кукурудза (*Zea mays* L. var. *saccharata*) є цінною овочевою та консервною культурою, посівні площі якої в Україні поступово зростають завдяки стабільному попиту переробної промисловості та населення. Одним із визначальних технологічних чинників, що формує рівень урожайності, якість продукції та собівартість вирощування, є система основного обробітку ґрунту, яка регулює водний, поживний і повітряний режими та істотно впливає на фітосанітарний стан посівів [1, 2]. В умовах зростання вартості паливно-мастильних матеріалів та посилення прояву посух у південних і степових регіонах України пошук ресурсоощадних і водночас агроекологічно обґрунтованих систем обробітку ґрунту набуває особливої актуальності, що

відповідає напрямам ресурсоефективних технологій та кліматичної стійкості сучасного агровиробництва.

У виробничих умовах порівнювали три системи основного обробітку ґрунту під цукрову кукурудзу: полицевий (оранка на глибину 25–27 см), безполицевий чизельний (розпушування на глибину 20–22 см) та мілкий дисковий мульчувальний (10–12 см). Оцінку систем здійснювали за комплексом агроекологічних показників – запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту, забур'яненість посівів, ураженість хворобами та пошкодження шкідниками, – а також за економічними показниками: виробничі витрати, собівартість продукції, урожайність і рівень рентабельності.

Встановлено, що полицевий обробіток забезпечує найповніше знищення збудників хвороб і шкідників, які зимують у рослинних рештках, що узгоджується з даними багаторічних стаціонарних дослідів [1]. Водночас застосування мілкого безполицевого обробітку супроводжується підвищенням забур'яненості посівів у 1,4–1,8 раза, що потребує уточнення регламентів застосування гербіцидів [3]. За чизельного обробітку відзначено проміжні показники: найбільше накопичення продуктивної вологи в осінньо-зимовий період за одночасного збереження стерньових решток на поверхні поля, що знижує ризик прояву водної та вітрової ерозії порівняно з класичною оранкою (табл. 1) і є важливим з огляду на високе водоспоживання кукурудзи [4].

Таблиця 1

Агроекологічна та економічна оцінка систем обробітку ґрунту при вирощуванні цукрової кукурудзи

Показник	Полицевий обробіток	Чизельний обробіток	Мілкий дисковий обробіток
Запаси продуктивної вологи перед сівбою в шарі 0–100 см, мм	148	156	132
Забур'яненість посівів, шт./м²	12	15	21
Урожайність, т/га	9,8	9,5	8,6
Виробничі витрати, тис. грн/га	34,2	29,6	26,1
Собівартість 1 т продукції, грн	3490	3116	3035
Умовно чистий прибуток, тис. грн/га	19,7	22,7	21,2
Рівень рентабельності, %	58	77	81

Примітка. Економічні показники розраховано за єдиної ціни реалізації 5,5 тис. грн/т.

Зменшення кількості технологічних операцій і витрат пального за чизельного та дискового обробітку зумовило скорочення виробничих витрат на 14–24 % порівняно з класичною оранкою. Попри дещо нижчу урожайність за ресурсоощадних систем, зниження собівартості продукції забезпечило вищу економічну ефективність вирощування цукрової кукурудзи (табл. 1): найбільший умовно чистий прибуток (22,7 тис. грн/га) отримано за чизельного

обробітку, а найвищий рівень рентабельності (81 %) – за мілкого дискового, однак останній досягається за найнижчої урожайності, найменших запасів вологи та найвищої забур'яненості посівів. Це узгоджується з результатами економічного аналізу способів обробітку ґрунту в Північному Степу України [5] та енергетичного аналізу систем землеробства, згідно з якими паливо і мінеральні добрива становлять до 60 % у структурі енергетичних витрат технології [2].

Отже, у контексті ресурсоефективного та кліматично стійкого агровиробництва найбільш економічно виправданою для вирощування цукрової кукурудзи є чизельна система основного обробітку ґрунту, яка поєднує задовільні агроекологічні показники (вологонакопичення, протиерозійна стійкість) із найбільшим умовно чистим прибутком з гектара. Водночас за значного інфекційного навантаження та високої чисельності шкідників доцільним залишається періодичне повернення до полицевого обробітку в межах науково обґрунтованого чергування способів обробітку ґрунту в сівозміні [1, 3]. Диференційований підхід до вибору системи обробітку ґрунту з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов конкретного господарства є основою підвищення продовольчої безпеки та економічної стійкості виробництва цукрової кукурудзи в Україні.

Література

1. Цилюрик О. І. Вплив основного обробітку ґрунту на ступінь пошкодження шкідниками та ураженість хворобами зернових культур. Зернові культури. 2019. Т. 3, № 1. С. 93–101. DOI: https://doi.org/10.31867/2523-4544/0065

2. Шевченко М. С., Шевченко О. М., Кулик А. О., Швець Н. В., Шевченко С. М. Енерго-економічна ефективність систем землеробства. Зернові культури. 2019. Т. 3, № 2. С. 377–384. DOI: https://doi.org/10.31867/2523-4544/0099

3. Цилюрик О. І., Десятник Л. М., Березовський С. В. Забур'яненість агроценозів кукурудзи під впливом обробітку ґрунту та удобрення в північному Степу України. Зернові культури. 2020. Т. 4, № 1. С. 152–159. DOI: https://doi.org/10.31867/2523-4544/0119

4. Гамаюнова В. В., Бакланова Т. В., Гаврилюк В. Б. Водоспоживання гібридів кукурудзи залежно від факторів та умов року вирощування. Аграрні інновації. 2025. № 33. С. 67–71. DOI: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.33.11

5. Медведєв Е. Б. Економічна ефективність вирощування сільськогосподарських культур залежно від способів обробітку ґрунту і добрив у Північному Степу України. Зернові культури. 2020. Т. 4, № 1. С. 209–214. DOI: https://doi.org/10.31867/2523-4544/0128

ПРОДУКТИВНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ТА ГОСПОДАРСЬКА ЦІННІСТЬ СОЇ

Ковальчук В. М., аспірант
Вінницький національний аграрний університет,
м. Вінниця, Україна

Соя є однією з провідних зернобобових культур світового та вітчизняного землеробства, що має важливе продовольче, кормове й агротехнологічне значення. Цінність її насіння визначається високою концентрацією білка та олії, а також наявністю вуглеводів, мінеральних сполук, вітамінів та інших біологічно активних речовин [1]. Завдяки амінокислотному складу соєвий білок широко використовується у виробництві харчових і кормових продуктів, тоді як олія є важливою сировиною для харчової та промислової галузей.

Важливою біологічною особливістю сої є здатність до симбіотичної фіксації атмосферного азоту за участю бульбочкових бактерій. Це підвищує азотне живлення рослин і водночас сприяє поліпшенню азотного режиму ґрунту [2]. Тому вирощування сої має значення не лише для отримання високобілкової продукції, а й для формування екологічно та ресурсно збалансованих агроценозів.

Актуальним напрямом удосконалення технології вирощування культури є ширше застосування мікробіологічних препаратів, які сприяють реалізації симбіотичного потенціалу рослин, підвищенню ефективності використання поживних речовин та зменшенню залежності виробництва від значних обсягів мінеральних добрив [3, 4].

Аналіз господарсько-цінних властивостей сої свідчить про її значний потенціал як джерела рослинного білка та олії. Насіння характеризується високою концентрацією поживних речовин, що зумовлює широкий спектр його використання у харчуванні людини, годівлі сільськогосподарських тварин та як сировини для переробної промисловості.

Особливе місце соя посідає у системі біологізації землеробства. Завдяки симбіозу з азотфіксуючими мікроорганізмами культура здатна залучати атмосферний азот і формувати значну частину своєї потреби в цьому елементі за рахунок біологічного процесу. Ефективність азотфіксації залежить від сорту, ґрунтових умов, забезпечення рослин поживними речовинами та активності симбіотичної мікрофлори.

Перспективним технологічним заходом є використання інокулянтів та інших біологічних препаратів. Їх застосування дає можливість активізувати мікробіологічні процеси в ризосфері, сприяти кращому розвитку кореневої системи та підвищувати ефективність живлення рослин. У сучасних умовах це має особливе значення для ресурсозберігаючого виробництва сої та зниження антропогенного навантаження на агроекосистеми.

Отже, соя має високу господарську цінність завдяки поєднанню значного білкового та олійного потенціалу насіння, широких напрямів його використання і здатності рослин до біологічної фіксації атмосферного азоту. Включення

культури до сучасних технологій землеробства сприяє не лише отриманню цінної продукції, а й підвищенню біологізації виробництва. Застосування мікробіологічних препаратів, насамперед інокулянтів, є перспективним елементом технології вирощування сої, спрямованим на ефективніше використання біологічного потенціалу культури та оптимізацію її азотного живлення.

Література

1. Петриченко В. Ф., Коць С. Я. Симбіотичні системи у сучасному сільськогосподарському виробництві. *Вісник Національної академії наук України*. 2014. № 3. С. 57–66. DOI: https://doi.org/10.15407/visn2014.03.057.
2. Pantsyreva H., Mazur K. Research of early rating soybean varieties on technology and agroecological resistance. *Theoretical and practical aspects of the development of modern scientific research*: scientific monograph. Part 2. Riga, Latvia : Publishing House «Baltija Publishing», 2022. P. 84–108. DOI: https://doi.org/10.30525/978-9934-26-195-4-182.
3. Pantsyreva H., Mazur K. The state of the soil cover of Ukraine in the context of bio-organic technologies for growing agricultural crops. *Agro-ecological potential of soil cover of Vinnytsia region:* scientific monograph. Riga, Latvia : Publishing House «Baltija Publishing», 2023. P. 119–142. DOI: https://doi.org/10.30525/978-9934-26-290-6-6.
4. Mazur V. A., Didur I. M., Pantsyreva H. V., Telekalo N. V. Energy-economic efficiency of growth of grain-crop cultures in conditions of right-bank forest-steppe zone of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. Vol. 8, No. 4. P. 26–33.

ФОРМУВАННЯ КОРМОВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ГІРЧИЦІ БІЛОЇ ЗА РІЗНИХ УМОВ ВИРОЩУВАННЯ

Козіна Т. В., к. с.-г. н., доцент
Овчарук В. І., д. с.-г. н., професор, Заслужений діяч науки і техніки України
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»,
м. Кам’янець-Подільський, Україна

Гірчиця біла (*Sinapis alba L.*) може бути цінним компонентом зеленого кормового конвеєра, оскільки за сприятливих умов швидко формує вегетативну масу та забезпечує отримання корму у відносно ранні строки. Кормова продуктивність цієї культури визначається не одним чинником, а сукупною дією сорту, забезпеченості рослин поживними речовинами, густоти посіву та погодно-кліматичних умов. Саме тому визначення реакції культури на окремі елементи технології вирощування є важливим для обґрунтування її використання на зелений корм [1, 3].

У сучасних дослідженнях гірчицю білу розглядають не лише як сидеральну, а й як кормову культуру. Зокрема, результати досліджень, проведених у Карпатському регіоні України засвідчили можливість отримання значних обсягів зеленої маси різними сортами культури.

За даними І. Волощука, О. Стасіва, О. Волощук та співавторів, упродовж 2021–2023 рр. окремі сорти гірчиці білої сформували 37,1–37,8 т/га зеленої маси. Авторами також наведено показники виходу кормових одиниць і перетравного протеїну, що характеризують кормову цінність культури [2].

Експериментальні дослідження проводили впродовж 2024–2026 рр. у ПФ «Богдан і К» Коломийського району Івано-Франківської області. Для дослідження використовували сорт гірчиці білої Підпечерецька. Польовий дослід закладали у чотириразовій повторності із систематичним розміщенням варіантів. Посівна площа ділянки становила 56 м^2, облікова – 50 м^2. Дослідні ділянки розміщували на дерново-підзолистому середньосуглинковому ґрунті з поверхневим оглеєнням. Орний шар ґрунту характеризувався вмістом легкогідролізованого азоту 67–76 мг/кг, рухомого фосфору – 118–124 мг/кг, обмінного калію – 108–113 мг/кг ґрунту; pH сольової витяжки становив 4,54–5,20, а вміст гумусу – 3,05–3,39%. Легкогідролізований азот визначали за Корнфілдом, рухомі фосфор і калій – за Чириковим, гумус – за Тюріним, pH – потенціометричним методом.

Основну увагу зосереджували на визначенні впливу мінерального живлення та густоти рослин на формування зеленої маси. Мінеральне живлення в досліді представлено контролем без добрив і чотирма рівнями удобрення: $N_{63}P_{16}K_{16}$, $N_{87}P_{16}K_{16}$, $N_{110}P_{16}K_{16}$ та $N_{134}P_{16}K_{16}$. Другим досліджуваним чинником була норма висіву – 2,0; 2,5 та 3,0 млн схожих насінин/га. Таке поєднання факторів дало змогу оцінити продуктивність посівів за різної густоти рослин та рівня забезпечення елементами мінерального живлення.

У процесі росту і розвитку гірчиці білої відбувається поступове збільшення кількості листків, висоти рослин та загальної маси надземних органів. Для кормового напряму особливо важливою є здатність посіву швидко накопичувати біомасу до початку цвітіння. У цей період зелена маса складається переважно з молодих листків і стебел, що визначає її придатність для кормового використання. Кращими строками збирання мають розглядатися разом із показниками врожайності та якісного складу корму.

Результатами досліджень встановлено, що зміна норми висіву позначилася на кількості сформованої зеленої маси. Найвищу її врожайність – 43,7 т/га – одержано за норми висіву 2,5 млн схожих насінин/га. За нижчої густоти посіву потенціал площі використовувався не повністю, тоді як подальше збільшення кількості рослин не забезпечило відповідного приросту продуктивності. Отриманий результат вказує на важливість формування оптимальної густоти посіву, за якої рослини мають достатню площу живлення.

Поряд із врожайністю зеленої маси визначали її основні якісні показники. У період кормової стиглості фаз цвітіння у зеленій масі встановлено 2,6–3,2% протеїну, 4,9–5,6% безазотистих екстрактивних речовин, 0,5–1,1% ліпідів, 2,8–

4,6% клітковини та 2,1–2,3% золи, та вміст каротину – 20–22 мг/%. Також встановлено, що У 100 кг зеленої маси містилося біля 12 кормових одиниць, що становила одну кормову одиницю 186–196 г перетравного протеїну.

Наведені результати свідчать, що оцінювати кормову продуктивність гірчиці білої лише за масою врожаю недостатньо. Високий врожай зеленої маси має практичну цінність за умови відповідного вмісту поживних речовин. Тому комплексна оцінка продуктивності повинна охоплювати як кількісний показник – урожайність зеленої маси, так і її якісний склад, це дає можливість більш обґрунтованіше визначати придатність сорту та технологічних прийомів вирощування для кормового використання.

Порівняння отриманих результатів із даними сучасних досліджень показує, що продуктивність гірчиці білої може істотно змінюватися залежно від умов проведення досліду. Зокрема, відмінності між сортами, рівнем живлення, густотою посіву, ґрунтово-кліматичними умовами та строками збирання безпосередньо впливають на кількість і якість сформованої біомаси [1]. Це підкреслює необхідність проведення регіональних досліджень для встановлення найбільш придатних технологічних параметрів вирощування.

Таким чином, проведені дослідження підтвердили можливість ефективного використання гірчиці білої сорту Підпечерецька для одержання зеленої кормової маси в умовах Івано-Франківської області. Найвищу врожайність зеленої маси – 43,7 т/га – отримано за норми висіву 2,5 млн схожих насінин/га. У період кормової стиглості зелена маса характеризувалася підвищеним вмістом протеїну 2,6–3,2% та каротину 20–22 мг/%, поживністю 12 кормових одиниць на 100 кг. Отримані результати досліджень біологічної маси можуть бути використані для подальшого обґрунтування технології вирощування гірчиці білої у системі виробництва зелених кормів.

Література

1. Voloshchuk I., Stasiv O., Voloshchuk O., Hlyva V., Voloshchuk M. *Sinapis alba* L. as an important green manure and fodder crop in the Carpathian region of Ukraine. *Scientific Horizons*. 2024. Vol. 27, No. 7. P. 45–52. DOI: https://doi.org/10.48077/scihor7.2024.45
2. Мельничук Т. В., Сендецький В. М., Козіна Т. В., Волощук М. Ю. Продуктивність гірчиці білої за програмованого застосування добрив та норм висіву в умовах Передкарпаття. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2023. Вип. 134. С. 88–97. DOI: https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.134.13.
3. Козіна Т., Овчарук В. *Продуктивність зеленої маси гірчиці білої залежно від норм висіву та системи удобрення*. Актуальні питання розвитку сільського господарства: теорія і практика: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Івано-Франківськ, 9 жовтня 2025 року). Оброшине: Видавництво інституту сільського господарства Карпатського регіону, 2025. С. 325–327.

ВПЛИВ КОМПЛЕКСУ ДОБРИВ ТА БІОРЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ НА ЕЛЕМЕНТИ СТРУКТУРИ ВРОЖАЮ ГОРОХУ ПОСІВНОГО В УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ

Колесніков М. О., к. с.-г. н., доцент
Пащенко Ю. П., к. б. н., доцент
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного,
м. Запоріжжя, Україна

В Україні за останні 7 сезонів динаміка посівних площ під горохом змінювалася не монотонно. Так, в 2020 р. В структурі посівних плош України на горох припадало 238,9 тис. га., в 2021 р. – 242,1 тис. га, в 2022 р. відбулалося різке зниження через початок повномасштабної війни – до 131 тис. га, в 2024–2026 рр. спостерігалося поступове відновлення та зростання площ до 295 тис. га. Середня врожайність гороху в Україні у 2026 році на завершальній стадії збирання становила близько 3 т/га і вище в окремих регіонах, при цьому загалом намолочено понад 770 тисяч тонн зерна [1].

Дія абіотичних факторів викликає порушення ланок продукційного процесу, тому питання посилення стійкості культур в зоні ризикованого землеробства є одним із пріоритетних. Особлива увага приділяється зараз впровадженню інтенсивних технологій вирощування продукції рослинництва із застосуванням комплексних стимуляторів росту, які сприяють інтенсифікації фізіолого-біохімічних процесів в рослинах [2].

Тому, метою дослідження було з’ясувати вплив добрив та біорегуляторів росту (Fast Start, Bioforge, X-Tra Power) виробництва компанії Stoller на елементи структури врожаю та врожайність посівів гороху сорту Атаман в умовах південної степової зони України.

Дослідження проводилися на ділянках розташованих на чорноземах південних наносних з вмістом гумусу (за Тюріним) – 2,6%, азоту (за Корнфілдом) – 111,3 мг/кг, рухомого фосфору (за Чириковим) – 153,7 мг/кг, обмінного калію (за Чириковим) – 255 мг/кг. Реакція ґрунтового розчину нейтральна (pH водне 7,0, pH сольове 7,3). Насіння гороху висівали у добре підготований ґрунт з нормою 110 шт/м^2. Облікова площа однієї ділянки становила 10 м^2. Розміщення варіантів здійснювалося систематичним методом у 4-х разовій повторності. Перед посівом насіння дослідних варіантів (2 і 3) обробляли методом інкрустації розчином Fast Start в рекомендованій виробником дозі (2,5 л/т), підсушували та висівали в цей же день. Було проведено чотири позакореневі обробки. Перша позакоренева обробка посівів гороху у варіантах 2 і 3 проведена у фазі ВВСН 15–16 (Bioforge (0,6 л/га) + X-Tra Power (1,8 л/га)). Друга та наступні обробки проведені тільки на ділянках варіанту 3. Друга обробка у фазу бутонізації (ВВСН 51–55) перед початком цвітіння (Bioforge (0,6 л/га)). Третя обробка - Bioforge (0,6 л/га) в фазу ВВСН 71–

73, а четверта Bioforge (0,3 л/га) в фазу ВВСН 81–82. Посіви контрольного варіанту обробляли водою. Позакореневий обробіток посівів проводили у вечірній час з використанням ранцевого обприскувача з нормою використання робочого розчину 300 л/га (0,03 л/м^2). Облік параметрів врожайності здійснювався за загально прийнятими в агробіології методиками [3].

Препарат «Fast Start» – це стартове органо-мінеральне добриво для активізації росту рослин на ранніх етапах розвитку. Діючі речовини: вільні амінокислоти – 1,6%; органічні кислоти – 0,5%; фульвові кислоти – 0,1%; Zn – 8%; S – 3%. Механізм дії препарату пов'язаний із стимуляцією розвитку кореневої системи в початкові фази вегетації, що забезпечує ефективне поглинання елементів живлення з ґрунту.

Препарат «Bioforge» – антистресант для підвищення стійкості рослин до несприятливих умов, більш швидкого відновлення після пошкоджень, посилення росту кореневої системи. Діюча речовина: диформіл сечовина (N – 2,0%; K_2O – 3,0%) Препарат активує процеси клітинного поділу та диференціації, стимулює розвиток генеративних органів і підвищує стійкість рослин до стресових умов. Застосування Bioforge у критичні фази розвитку сприяє підвищенню зав’язуваності бобів та збільшенню кількості насінин у бобі.

Препарат «X-Tra Power» – біостимулятор на основі мікроелементів, що підсилюють процеси фотосинтезу та транспорту асимілятів у рослинах. Препарат покращує засвоєння елементів живлення кореневою системою, активізується фотосинтез, підвищується стійкість рослин до посухи і знижується негативний вплив високих температур та інших стресових факторів (ураження шкідниками, хворобами, надмірні опади). Добриво X-Tra Power включає комплекс хелатованих мікроелементів для стимуляції біологічних функцій рослин, таких як магній (Mg) – 0,8%, мідь (Cu) – 0,8%, марганець (Mn) – 0,8%, цинк (Zn) – 3,2%. Препарат особливо ефективний при застосуванні у фазу інтенсивного росту вегетативної маси. Під його впливом збільшується площа листкової поверхні та вміст хлорофілу, що безпосередньо позначається на накопиченні сухої речовини.

Підвищення фотосинтетичної активності інтенсивних сортів гороху [4] забезпечує збільшення продуктивності посівів та, відповідно, урожайності зерна. Біопродуктивність рослин є інтегральною характеристикою, яка формується сукупністю фізіологічних, морфологічних та інших ознак і властивостей рослинного організму. Її становлення відбувається протягом усього онтогенезу та визначається комплексною взаємодією генотипових особливостей і умов вирощування. Несприятливі фактори середовища на окремих етапах розвитку можуть порушувати перебіг продукційного процесу та зумовлювати недобір урожаю. Тому оптимізація умов росту і розвитку рослин упродовж усього онтогенезу є важливою передумовою максимальної реалізації генетичного потенціалу продуктивності гороху.

Таблиця 1

Елементи структури врожайності посівів гороху сорту Атаман під впливом комплексу добив та біорегуляторів росту

Показники	Варіанти			$НІР_{05}$
	1	2	3	
Кількість бобів на рослині, шт.	6,6	7,5	8,1	*0,4*
Кількість насіннин у бобі, шт.	3,6	3,6	3,7	*0,2*
Маса 1000 насінин, г	198,8	201,5	201,6	*2,9*
Біологічна врожайність, ц/га	39,2	43,0	43,5	*3,5*
Коефіцієнт господарський	0,450	0,485	0,480	*0,015*

З даних наведених у таблиці 1 видно, що використання препаратів у різних комбінаціях викликало збільшення кількості бобів на рослині. У варіанті 2 кількість бобів зросла до 7,5 шт., що на 13,6% перебільшувало контрольний показник. У варіанті 3 зафіксовано найвищий показник озерненості рослини який дорівнював 8,1 шт. бобів і на 22,7% перебільшував контроль. Це пояснюється тим, що дводійне та дробове внесення стимулятора-антистресанта Bioforge у фази бутонізації, формування бобів запобігало абортуванню квіток і молодих зав'язей під час репродуктивного періоду, а також препарати подовжували фазу цвітіння гороху, що обумовлювало збільшення загальної кількості бобів.

В ході даного дослідження обробка рослин комплексами препаратів не викликала суттєвих змін у кількості насіннин у бобі яка коливалася в межах 3,6–3,7 шт. насіннин у бобі. Тобто внесення препаратів суттєво не вплинуло на дану ознаку, що підтверджує її високу генетичну задетермінованість у сорту гороху Атаман.

Проте, зафіксовано, що препарати за умов позакореневої обробки рослин гороху збільшилася маса 1000 насінин на 1–3% порівняно з контролем. За дії препаратів у варіантах 2 та 3 спостерігалася тенденція до зростання цього показника до 201,5 г та 201,6 г відповідно.

Підсумковим показником ефективності досліджуваних технологічних заходів є біологічна врожайність. Отримана біологічна врожайність гороху при застосуванні препаратів перевищувала контрольний показник майже в усіх дослідних варіантах. За застосування біопрепаратів вона перевищувала контрольний рівень у варіанті 2 на 9,75 та у варіанті 3 на 11%.

Коефіцієнт господарської ефективності врожаю ($К_{госп}$), який відображає частку товарного врожаю у загальній біопродуктивності посіву, за дії препаратів зростав з 0,450 у контролі до 0,485–0,480 у варіантах 2 і 3. Достовірне підвищення Кгосп на 7,8% у варіанті 2 та на 6,7% у варіанті 3 свідчить про стимулювання перерозподілу фотосинтетичних асимілятів на користь формування генеративних органів під впливом фіторегуляторного комплексу препаратів.

Отже, застосування стимуляторів росту (Fast Start, Bioforge, X-Tra Power) посприяло формуванню більшої врожайності посівів гороху сорту Атаман в умовах Степу України. За результатами дослідження, для оптимізації продукційного процесу гороху посівного рекомендуємо проводити передпосівну обробку насіння препаратом Fast Start (2,5 л/т) та проводити позакореневі обробки у комбінації Bioforge (0,6 л/га) + X-Tra Power (1,8 л/га) у фаз ВВСН 15–16 та наступні обробки Bioforge у фазах ВВСН 51–55 (0,6 л/га), ВВСН 61–63 (0,6 л/га) і ВВСН 71–72 (0,3 л/га).

Література

1. Мазур В. А., Ткачук О. П., Панцирева Г. В., Алєксєєв О. О. Сортові ресурси зернобобових культур в Україні: сучасний стан і перспективи використання : монографія. Вінниця : ТОВ «Твори», 2022. 196 с.
2. Небаба К. С. Симбіотична продуктивність гороху посівного залежно від впливу мінеральних добрив та регуляторів росту в умовах Лісостепу Західного. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2020. Вип. 32. С. 54–58. DOI: https://doi.org/10.37406/2706-9052-2020-1-6.
3. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костогриз П. В., Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії : підручник / за ред. В. О. Єщенка. Вінниця : ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. 332 с.
4. Колесніков М. О., Пащенко Ю. П. Формування бобово-ризобіального симбіозу гороху посівного за дії комплексних регуляторів росту в умовах Південного Степу України. Кліматичні зміни та сільське господарство. *Виклики для аграрної науки та освіти* : збірник матеріалів VI Міжнародної науково-практичної конференції (15 березня 2023 р.). Київ : Науково-методичний центр ВФПО, 2023. С. 28–32.

ЗМІНА ТРИВАЛОСТІ БЕЗМОРОЗНОГО ПЕРІОДУ ТА ЇЇ ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ АДАПТАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР В УКРАЇНІ

Костюкєвич Т. К., к. г. н.
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,
м. Одеса, Україна

Сучасні зміни клімату істотно трансформують агрокліматичні ресурси території України та зумовлюють необхідність адаптації технологій вирощування сільськогосподарських культур, для яких особливе значення мають температурний режим, вологозабезпечення та тривалість періоду, сприятливого для проходження основних фаз розвитку. Одним із показників, що характеризує можливості використання теплових ресурсів території, є

тривалість безморозного періоду. Заморозки на початку та наприкінці вегетації є небезпечними для теплолюбних культур і враховуються під час обґрунтування строків сівби та просторового розміщення посівів [1, 2].

За сучасних кліматичних змін відбувається зміщення строків настання фенологічних фаз і трансформація тривалості вегетаційного періоду. Це посилює значення адаптивного управління строками сівби, добору сортів і гібридів та інших елементів технології вирощування сільськогосподарських культур. Модельні дослідження для європейських агроекосистем показують, що ефективність зміни строків сівби та добору сортів залежить від регіональних умов і характеру теплового та водного стресу [3, 4].

На основі накопиченого наукового досвіду та застосування сучасних методів дослідження кліматичних процесів і морозостійкості рослин розробляються моделі, які дають змогу прогнозувати не лише ймовірність виникнення заморозків, а й оцінювати потенційний рівень їх негативного впливу на сільськогосподарські культури. Використання таких підходів створює можливості для просторової диференціації територій та окремих агрокліматичних зон за ступенем придатності для вирощування культур і для оцінювання агрокліматичних ризиків.

Одним із найбільш інформативних підходів до оцінювання трансформацій кліматичного режиму залишається порівняльний аналіз сучасних і прогнозованих значень метеорологічних характеристик із відповідними історичними даними, насамперед із середніми багаторічними показниками, визначеними для базового періоду.

Для оцінювання впливу кліматичних змін на просторово-часові особливості прояву останніх весняних і перших осінніх заморозків у повітрі використано сценарій RCP6.0 (Representative Concentration Pathway) для періоду 2021–2050 рр. Зазначений сценарій належить до стабілізаційних сценаріїв кліматичних змін та був прийнятий як основа для оцінювання можливих трансформацій температурного режиму і, відповідно, зміни часових меж безморозного періоду.

Результати дослідження свідчать про чітку просторову диференціацію тривалості безморозного періоду. За базових умов найменша його середня тривалість характерна для території Полісся – 166 днів. Для Лісостепу вона становить 174 дні, для території Північного та Південного степу – 188 та 195 днів відповідно. За сценарієм RCP6.0 тривалість безморозного періоду збільшується в усіх досліджених природних зонах. Порівняння середніх значень для природних зон наведено на рис. 1. За наведеними вихідними значеннями приріст безморозного періоду становить 20–29 днів. Збільшення безморозного періоду формується за рахунок зміни обох його меж: більш раннього припинення весняних та більш пізнього настання осінніх заморозків [1].

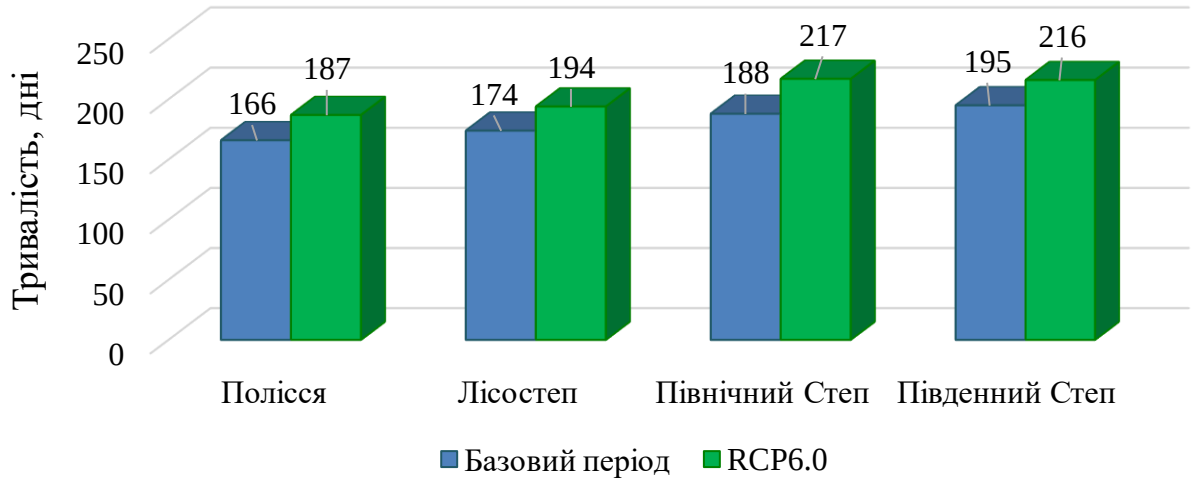


Рис. 1. Середня тривалість безморозного періоду в різних природних зонах України

Для технологій вирощування сільськогосподарських культур збільшення тривалості безморозного періоду доцільно розглядати як додатковий агрокліматичний ресурс, використання якого потребує відповідної адаптації окремих елементів технології. Зміщення календарних меж періоду без заморозків створює передумови для перегляду строків сівби та добору сортів і гібридів із різною тривалістю вегетаційного періоду. Водночас можливість більш ранньої сівби визначається не лише зменшенням ризику пізніх весняних заморозків, а й температурою та вологістю ґрунту, його фізичною стиглістю та біологічними особливостями конкретної культури.

Дослідження, виконані для ярого ячменю вздовж європейського транекту, засвідчили, що зміна строків сівби та вибір сортів різної скоростиглості можуть змінювати строки настання теплового і водного стресу, а ефективність таких заходів має виражену територіальну диференціацію [3]. Комплексне моделювання для шести основних культур у країнах Європейського Союзу також показало, що припущення щодо строків сівби та теплових вимог сортів істотно впливають на оцінку реакції врожайності на кліматичні зміни [4].

Отримані результати дають підстави розглядати збільшення тривалості безморозного періоду як один із агрокліматичних показників, який доцільно враховувати під час регіональної адаптації технологій вирощування сільськогосподарських культур. Встановлена територіальна диференціація його змін свідчить про недоцільність застосування уніфікованих технологічних рішень для всієї території України.

Збільшення тривалості періоду без заморозків створює передумови для уточнення оптимальних строків сівби, диференційованого добору сортів і гібридів за тривалістю вегетації та узгодження критичних фаз розвитку рослин із регіональними агрокліматичними умовами. Водночас адаптаційні рішення мають прийматися з урахуванням комплексу лімітуючих чинників, насамперед температурного режиму, вологозабезпечення та ймовірності виникнення теплового і водного стресу.

Висновки. За сценарієм RCP6.0 до 2050 року у досліджених природних зонах України очікується збільшення середньої тривалості безморозного періоду на 20–29 днів. Для сільськогосподарського виробництва ця тенденція створює передумови для адаптації окремих елементів технологій вирощування. Найбільш обґрунтованим є регіонально диференційований підхід, за якого коригування строків сівби та добір сортів і гібридів здійснюються з урахуванням не лише меж безморозного періоду, а й температурного режиму, вологозабезпечення та ризику теплового і водного стресу в критичні фази розвитку.

Література

1. Костюкєвич Т. К., Костюкевич Д. А. Особливості просторово-часового розподілу останніх весняних та перших осінніх заморозків у повітрі на території Північного степу за сучасних змін клімату. *Кліматичні зміни та сталий розвиток сільського господарства* : зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф. (Одеса, 19 верес. 2025 р.). Одеса : Ін-т клімат. орієнт. сіл. госп-ва НААН, 2025. С. 34–36. URL: https://dspace.onu.edu.ua/handle/123456789/43284.

2. Олексієнко І. М., Затула В. І. Шкодочинність заморозків для сільського господарства України. *Географія в інформаційному суспільстві : зб. наук. праць. Київ* : ВГЛ Обрії, 2008. Т. 3. С. 39–41.

3. Appiah M., Bracho-Mujica G., Ferreira N. C. R., Schulman A. H., Rötter R. P. Projected impacts of sowing date and cultivar choice on the timing of heat and drought stress in spring barley grown along a European transect. Field Crops Research. 2023. Vol. 291. Art. 108768. DOI: https://doi.org/10.1016/j.fcr.2022.108768.

4. Zimmermann A., Webber H., Zhao G., Ewert F., Kros J., Wolf J., Britz W., de Vries W. Climate change impacts on crop yields, land use and environment in response to crop sowing dates and thermal time requirements. *Agricultural Systems*. 2017. Vol. 157. P. 81–92. DOI: https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.07.007.

АНАЛІЗ КЛІМАТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТЕРИТОРІЇ РІВНЕНСЬКОГО ПОЛІССЯ ЯК ОСНОВА ДЛЯ ОЦІНКИ ДОЦІЛЬНОСТІ ДОПОВНЕННЯ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО

Крайна М. А., здобувач третього рівня вищої освіти
Фурманець О. А., к. с.-г. н., доцент
Національний університет водного господарства та природокористування,
м. Рівне, Україна

Протягом тривалого часу європейське сільське господарство функціонувало в умовах поступових кліматичних змін, що проявлялися у зміщенні агрокліматичних зон, зміні структури посівів та політиках адаптації. Внаслідок цього, культури, що раніше не вирощувались у зоні Полісся,

набувають все більшого поширення, не виключенням є і кукурудза. У сучасному світовому землеробстві кукурудза займає лідируючі позиції, що пов'язано як з універсальністю її використання, так і зі спроможністю формувати високі рівні врожаїв [1–3]. Тенденція до зростання площі посіву на території Рівненщини демонструє зростання площ саме під кукурудзою, незважаючи на те, що внаслідок початку повномасштабного вторгнення у 2022 був зафіксований певний спад. Наразі, за останніми даними по 2025 році – площі посівів кукурудзи на зерно у Рівненській області повернулись рівня 90,5 тис. га, що рівноцінно площам, що були засіяні у довоєнний період [4].

Незважаючи на динамічні кліматичні зміни, спостерігається тенденція до збільшення площ посіву кукурудзи на зерно і тому важливим завданням аграріїв є адаптувати технології вирощування культури для збереження рівня врожайності та якості продукції. На даний час існує багато інструментів удосконалення систем живлення культур, проте враховуючи критичність перших фаз вегетації для кукурудзи, одним з таких інструментів є використання рідких комплексних добрив (РКД) у якості стартового живлення. Основні його переваги: рівномірність внесення, швидке проникнення до кореневої системи, високий коефіцієнт використання рослинами поживних речовин забезпечує майже повне їх засвоєння [5]. Проте, для оцінки впливу змін клімату у майбутньому на продуктивність культур насамперед необхідно проаналізувати наслідки змін, що вже відбулися за останні десятиліття [6].

У матеріалах дослідження розглянуто агрометеорологічні умови вирощування кукурудзи на території Рівненського Полісся за період 2010–2025 рр. Аналізували динаміку основних кліматичних показників за окремі періоди дослідження, викорситовуючи архівні дані по метеостанції Сарни [7].

Один з основних показників, що є важливим для повноцінного росту та розвитку кукурудзи є сума активних температур. За останні 15 років сума активних температур коливалась у межах 2100-2500 ^{o}C відповідає вимогам для середньоранніх та середньостиглих гібридів кукурудзи. У окремі роки (2015, 2023, 2024) показник був вищим (3099, 3086 та 3264 відповідно), що вказує на формування більш теплого вегетаційного періоду; коли показник по решті років можна охарактеризувати більш прохолоднішими умовами (коливання показника від 2577–2686), проте достатніми для формування врожаю культури.

Також розглянуто суму опадів за календарний рік та, зокрема, за вегетаційний період (рис 1). На перший погляд різких відмінностей між сумою опадів за рік та сумою опадів за період квітень-жовтень немає. Хоча, аналізуючи кожен рік окремо можемо відмітити 2012 та 2024 роки, де показники суттєво відрізнялись. Це свідчить про те, що на відміну від інших років основна частина опадів випала поза періодом обліку. Водночас показник ГТК протягом обраного періоду коливався у межах від 1,1 до 1,43, що характеризує регіон як такий, що має достатнє зволоження. Виключенням були 2010 та 2015 роки, які продемонстрували найнижчий та найвищий рівні показника, а саме 1,88 та 0,79 відповідно.

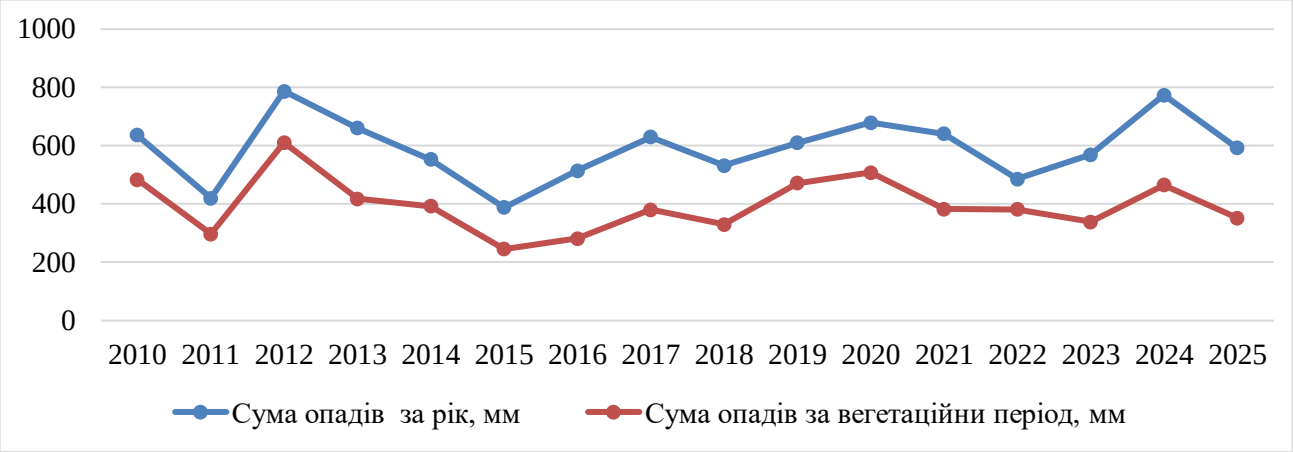


Рис. 1. Сума опадів за рік та вегетаційний період (квітень–жовтень), мм

Розглянуто також динаміку середньодобових температур за період, що включає в себе посів та перші фази росту та розвитку кукурудзи, а саме квітень та травень (рис. 2). Як бачимо, погодні умови квітня є досить нестабільними, із певними різкими перепадами. І хоча травень є більш стабільним, ситуація останніх років демонструє певне зниження середньодобової температури порівняно із 2012 та 2018 рр.

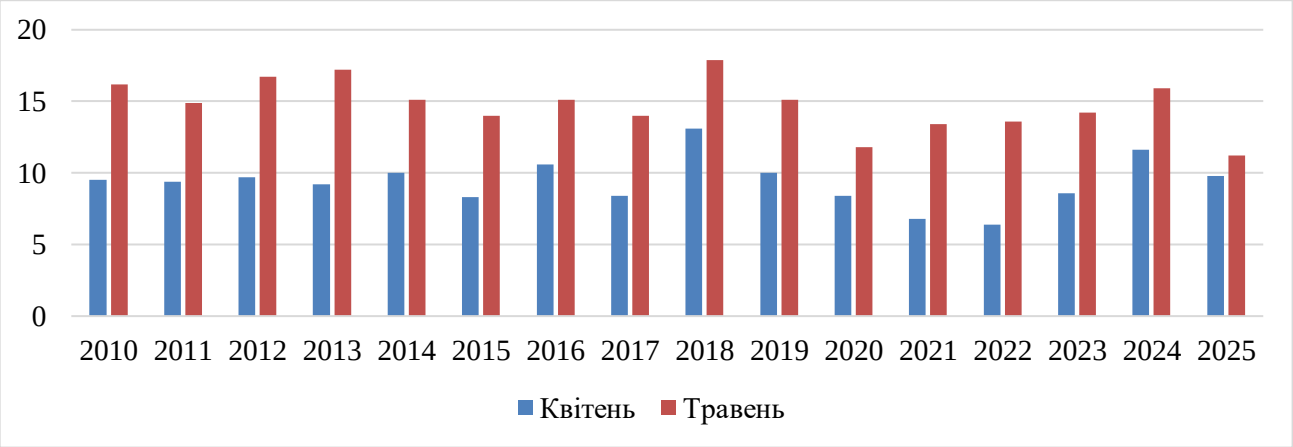


Рис. 2. Середньодобова температура за квітень та травень періоду 2010–2025 рр., ⁰ С

Порівняння мінімальних та максимальних температур повітря за вказаний відрізок часу ілюструє, що у квітні маємо більш стабільний зв'язок між температурами, коли у травні фіксуємо більшу варіативність даних, що в свою чергу, може негативно впливати на перші етапи росту та розвитку рослин.

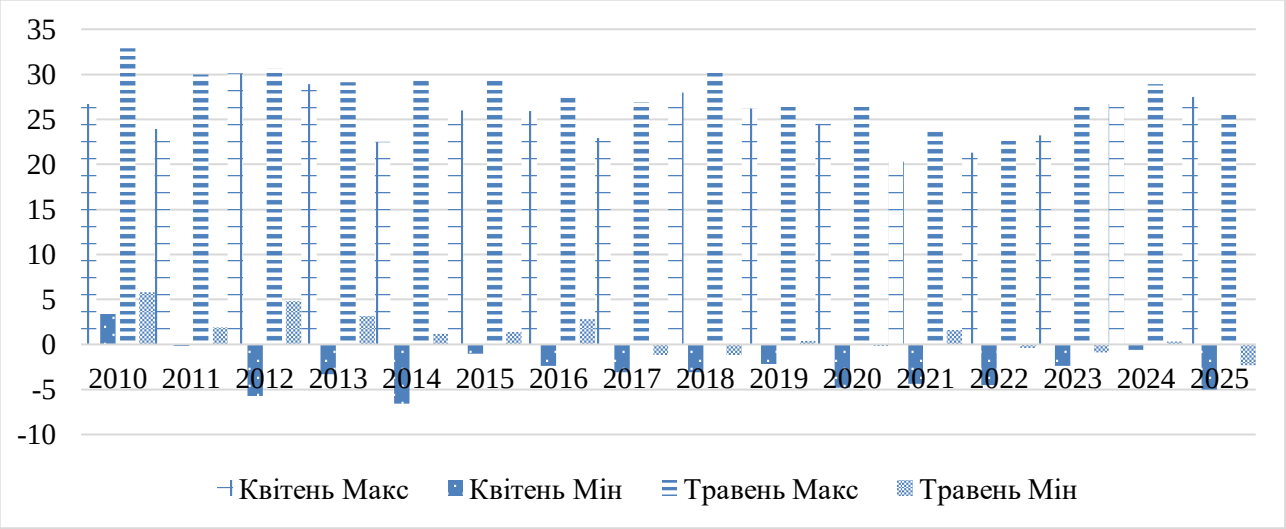


Рис. 3. Максимальні та мінімальні температури повітря, ⁰ С

Отже, кліматична динаміка регіону за період 2010–2025 рр. характеризуються нестабільністю температурного режиму та нерівномірним розподілом опадів. Виявлено значні амплітуди між мінімальними та максимальними температурами у квітні-травні, що створює ризики холодового та посушливого стресу на ранніх фазах вегетації кукурудзи. У більшості років ГТК відповідав оптимальному рівню зволоження, проте окремі межові значення свідчать про нестабільність водозабезпечення та потребу у технологічних компенсаторах. Агрономічна доцільність застосування стартових РКД передбачає забезпечення локальної доступності поживних речовин у критичний період формування сходів, що дозволяє компенсувати негативний вплив екстремальних кліматичних явищ. Враховуючи тенденцію до розширення площ під посівами кукурудзи в регіоні, питання ефективності використання РКД потребує подальшого комплексного вивчення для підтвердження їхнього стабільного ефекту на продуктивність культури.

Література

1. Костюкєвич Т. К., Азізов Р. Т. Агрометеорологічні умови вирощування кукурудзи на території Житомирського Полісся. *Рубіновські читання* : матеріали ІІІ Всеукраїнської науково-практичної конференції (14 травня 2021 р.). Умань : Уманський НУС, 2021. С. 11–12.

2. Шевченко О. В., Балабух В. О. Вплив зміни клімату на природно-сільськогосподарське районування території України. *Екологічні науки*. 2024. № 5 (56). С. 222–231. DOI: https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.5-56.34.

3. Сидякіна О. В., Мєлєшко І. О. Ефективність застосування мінеральних добрив у посівах кукурудзи на зерно (огляд літератури). *Таврійський науковий вісник*. 2022. Вип. 128. С. 196–203. DOI: https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.128.27.

4. Державна служба статистики України : офіційний вебсайт. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/ (дата звернення: 27.08.2026).

5. Гавілей Є. В., Оничко В. І. Особливості застосування рідких комплексних добрив. Гончарівські читання : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Суми, 25 травня 2022 р.). Суми : СНАУ, 2022. С. 100–102.

6. Tao F., Yokozawa M., Liu J., Zhang Z. Climate–crop yield relationships at provincial scales in China and the impacts of recent climate trends. Climate Research. 2008. Vol. 38. P. 83–94. DOI: https://doi.org/10.3354/cr00771.

7. Архів погоди. Метеопост : вебсайт. URL: https://meteopost.com/weather/archive/(дата звернення: 20.04.2026).

АДАПТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО В ПОСУШЛИВИХ УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Кругленко А. М., аспіантка
Науковий керівник: **Федорчук М. І.**, д. с.-г. н., професор
Миколаївський національний аграрний університет,
м. Миколаїв, Україна

Сучасні зміни клімату суттєво впливають на умови ведення землеробства в зоні Південного Степу України. Підвищення температурного режиму, нерівномірність розподілу опадів протягом вегетаційного періоду, тривалі бездощові періоди та посилення проявів ґрунтової й атмосферної посухи обмежують реалізацію потенціалу продуктивності традиційних польових культур. За таких умов особливого значення набуває розширення асортименту культур, здатних формувати економічно доцільний рівень урожайності за обмеженого вологозабезпечення.

Однією з перспективних культур для посушливих регіонів України є льон олійний (*Linum usitatissimum* L.). Цінність культури визначається широким використанням насіння та олії у харчовій, фармацевтичній, технічній та інших галузях промисловості. Водночас льон олійний становить інтерес для аграрного виробництва як культура, що може використовуватися для диверсифікації сівозмін у степовій зоні.

Ґрунтово-кліматичні умови Південного Степу загалом дають змогу вирощувати льон олійний, проте нестабільне природне вологозабезпечення значно впливає на його продуктивність. Результати польових досліджень у регіоні підтверджують значну залежність урожайності культури від умов зволоження. Зокрема, за дослідження сортів Еврика, Орфей та Віра застосування зрошення забезпечувало приріст урожайності насіння на 0,80–1,2 т/га, що свідчить про важливу роль водного режиму в реалізації продуктивного потенціалу даної культури [1, 4].

Тому за вирощування льону олійного на богарних землях є одним із головних напрямів адаптації технологій направлених на максимальне накопичення та раціональне використання продуктивної вологи. Важливе значення при цьому мають система основного обробітку ґрунту, строки проведення технологічних операцій, формування оптимальної густоти посіву, система живлення та заходи догляду за рослинами. Сучасні дослідження для Південного Степу розглядають оптимізацію основного обробітку, строків сівби, норм висіву та застосування регуляторів росту як взаємопов'язані складові адаптивної технології вирощування льону.

Особливо важливим елементом технології є строк сівби. Його оптимізація дає змогу ефективніше використовувати запаси вологи ранньовесняного періоду та створювати сприятливіші умови для початкового росту й розвитку рослин. За результатами досліджень, проведених у Південному Степу України із сортом Водограй, рекомендованим виявився строк сівби у I–II декаді квітня. За комплексного поєднання досліджуваних технологічних прийомів було обґрунтовано можливість формування врожайності на рівні 1,45–1,60 т/га [3].

Важливим адаптивним чинником є також оптимізація мінерального живлення. Водночас у посушливих умовах ефективність добрив значною мірою залежить від забезпеченості рослин вологою, тому система удобрення повинна враховувати фактичні ґрунтово-кліматичні умови та біологічні особливості культури. Дослідження, проведені у 2021-2023 рр. на чорноземі південному в умовах Посушливого Степу України, засвідчили позитивний вплив передпосівної обробки насіння та оптимізації живлення на формування врожайності льону олійного сорту Надійний [1]. Поряд із мінеральним живленням досліджувалося застосування мікроелементів і позакореневих підживлень у фазі «ялинки» [2].

Перспективним напрямом удосконалення технології є використання ресурсоощадних способів оптимізації живлення та біологізованих елементів технології. Сучасні дослідження у Південному Степу охоплюють передпосівну обробку насіння біопрепаратами, позакореневі підживлення та оцінювання їх впливу не лише на врожайність, а й на водоспоживання рослин. Це особливо актуально для регіону, де саме дефіцит доступної вологи часто виступає одним із головних лімітуючих чинників продуктивності польових культур [5].

Таким чином, вирощування льону олійного в умовах Південного Степу України потребує адаптивного підходу до формування технології, спрямованого насамперед на ефективне використання ґрунтової вологи. До найбільш важливих елементів належать вибір адаптованого сорту, оптимізація строку сівби та норми висіву, застосування вологозберігаючої системи обробітку ґрунту, збалансоване мінеральне живлення, передпосівна обробка насіння та доцільне використання позакореневих підживлень і біопрепаратів. Поєднання зазначених заходів створює передумови для стабілізації продуктивності льону олійного за посилення посушливості клімату та підвищує перспективність культури для диверсифікації агроценозів Південного Степу України.

Література

1. Вожегова Р. А., Боровик В. О., Коновалова В. М. Урожайність і якість насіння сортів льону олійного в Південному Степу України залежно від різних умов вирощування. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 3. DOI: 10.31073/agrovisnyk202003-12.
2. Гамаюнова В. В., Задирко Р. В. Вплив макро- та мікродобрив на формування врожайності льону олійного в умовах Південного Степу України. *Аграрні інновації*. 2024. № 23. С. 234–240. DOI: 10.32848/agrar.innov.2024.23.34.
3. Оккерт А. В. Удосконалення елементів технології вирощування льону олійного в умовах Південного Степу України : дис. … канд. с.-г. наук : 06.01.09. 2025.
4. Зелінський Ю. А. Вплив факторів вирощування на водоспоживання сортів льону олійного в умовах Південного Степу України. *Аграрні інновації.* 2025. DOI: 10.32848/agrar.innov.2025.30.37.
5. Гамаюнова В. В., Сидякіна О. В., Хоненко Л. Г., Задирко Р. В. Окупність макро- і мікродобрив за вирощування льону олійного в умовах Південного Степу України на засадах заощадження ресурсів. Охорона ґрунтів: моніторинг ґрунтів. Реалії, виклики, перспективи : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Київ, 2024. С. 169–173.

ФОРМУВАННЯ ВИСОТИ РОСЛИН ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Кувшинова А. О., доктор філософії (PhD), асистент
Миколаївський національний аграрний університет,
м. Миколаїв, Україна

Сталий розвиток зернового виробництва України передбачає забезпечення стабільного отримання високоякісної зернової продукції за одночасного збереження родючості ґрунтів, раціонального використання водних і земельних ресурсів та мінімізації негативного впливу агровиробництва на довкілля [1, 2]. В умовах кліматичних змін, дефіциту вологи, деградації ґрунтів та воєнних ризиків особливого значення набуває впровадження адаптивних і ресурсозберігаючих технологій вирощування зернових культур [3].

Ячмінь озимий є важливою зерновою культурою Південного Степу України, однак нестабільні погодні умови та дефіцит вологи потребують удосконалення технологій його вирощування. Одним із перспективних напрямів є застосування сучасних біопрепаратів, здатних активізувати фізіологічні процеси рослин, покращувати їх живлення та сприяти формуванню продуктивного агроценозу [4]. Важливим показником росту і розвитку ячменю

озимого є висота рослин, яка характеризує інтенсивність їх ростових процесів та значною мірою визначає формування врожайного потенціалу. Тому дослідження впливу біопрепаратів на висоту рослин ячменю озимого в умовах Південного Степу України є актуальним напрямом удосконалення ресурсозберігаючих технологій вирощування культури [5].

Польові дослідження були проведені в умовах Південного Степу України в період 2024–2025 рр. з двома сортами ячменю озимого: Достойний (st) і Валькірія. Взяті на вивчення сорти висівали в оптимальні для даної кліматичної зони терміни.

Дослідження проводили в Навчально-науково практичному центрі Миколаївського НАУ. Агротехніка вирощування культури в досліді була загальноприйнятою та відповідною для зони Південного Степу України, окрім факторів, що взяті на вивчення.

Схема досліду включала наступні фактори та варіанти: Фактор А сорти: Достойний, Валькірія. Фактор В – варіант живлення: Контроль (обробка водою); Азотохелп 1; Азотохелп 1+2; Органік-баланс; Органік-баланс 1+2.

Зазначені препарати використовували на посівах рослин ячменю озимого шляхом: (1) – передпосівної обробки насіння та проведення позакореневих підживлень у фазу весняного кущіння; та (1+2) – проведення позакореневих підживлень у фазу весняного кущіння та у фазу виходу рослин у трубку. Норма використання препаратів 200 г/га за норми робочого розчину 200 л/га.

За результатами досліджень, проведених у середньому за 2024–2025 рр., висота рослин ячменю озимого закономірно збільшувалася впродовж вегетації незалежно від сорту та варіанта живлення. Застосування біопрепаратів сприяло підвищенню висоти рослин порівняно з контролем, причому ефективність залежала як від сорту, так і від варіанту застосування біопрепаратів (табл. 1).

Сорт ячменю озимого Достойний у контрольному варіанті сформував показник висота рослин – 24,2 см у фазу кущіння, 61,5 см у фазу виходу в трубку, 97,1 см у фазу колосіння та 102,0 см у фазу молочної стиглості зерна. Застосування біопрепарату Азотохелп 1 забезпечило збільшення висоти у фазу виходу в трубку до 63,2 см, тобто на 1,7 см (2,8%) порівняно з контролем, а у фазу молочної стиглості – до 102,6 см, або на 0,6 см (0,6%).

Більш виражений ефект отримано за застосування Азотохелп 1+2: висота рослин у фазу колосіння становила 98,3 см, а в молочну стиглість – 103,0 см, що відповідно на 1,2 та 1,0 см більше за контроль. Застосування Органік-баланс 1 забезпечило ще більший приріст, що перевищувало контроль відповідно на 4,1; 0,8 та 1,5 см.

Обробка насіння перед сівбою та підживлення у фазу весняного кущіння біопрепаратом Органік-баланс 1 забезпечило більш суттєве збільшення висоти рослин сорту Валькірія – з 63,9 см до 105,2 см. Приріст відносно контролю становив відповідно 1,1; 1,1 та 0,9 см.

Таблиця 1

Вплив позакореневих підживлень біопрепаратами на висоту рослин ячменю озимого (середнє за 2024–2025 рр.), см

Сорт (фактор А)	Варіант живлення (фактор В)	Фази вегетації			
		Кущіння	Вихід у трубку	Колосіння	Молочна стиглість зерна
Достойний (st)	Контроль (обробка водою)	24,2	61,5	97,1	102,0
	Азотохелп 1	-	63,2	97,3	102,6
	Азотохелп1+2	-	-	98,3	103,0
	Органік-баланс 1	-	65,6	97,9	103,5
	Органік-баланс 1+2	-	-	98,5	103,8
Валькірія	Контроль (обробка водою)	25,0	62,8	98,0	104,3
	Азотохелп 1	-	63,4	98,7	104,6
	Азотохелп1+2	-	-	98,9	104,8
	Органік-баланс 1	-	63,9	99,1	105,2
	Органік-баланс 1+2	-	-	99,4	105,8

Примітки: Внесення біопрепаратів шляхом:

1– обробка насіння перед сівбою та підживлення у фазу весняного кущіння;

1+2 – проведення позакореневих підживлень у фазу весняного кущіння і у фазу виходу рослин у трубку;

Максимальну висоту рослин у досліді сформовано за варіанта Органік-баланс 1+2 у сорту Валькірія – 105,8 см у фазу молочної стиглості зерна. Порівняно з контролем (104,3 см) приріст становив 1,5 см, або 1,4%. У фазу колосіння цей варіант також забезпечив найвище значення – 99,4 см, що на 1,4 см (1,4%) більше контролю.

Отже, найбільший вплив на висоту рослин був за дворазового застосування Органік-баланс (1+2), особливо у сорту Валькірія. Максимальний приріст відносно контролю зафіксовано у сорту Достойний за Органік-баланс 1 у фазу виходу в трубку – +4,1 см, або 6,7%, тоді як у сорту Валькірія найбільший приріст за цим показником становив +1,1 см, або 1,8%. Найменший позитивний вплив серед досліджуваних варіантів забезпечило застосування Азотохелп 1 у сорту Валькірія у фазу молочної стиглості – лише +0,3 см (0,3%).

Література

1. Аверчев О. В., Нікітенко М. П. Адаптація сільськогосподарських культур до кліматичних змін з використанням біологічних препаратів. *Сучасні технології агропромислового виробництва* : матеріали III Міжнародної науково-

практичної конференції (м. Кропивницький, 14–15 листопада 2024 р.). Кропивницький : ЦНТУ, 2024. С. 85–87.

2. Гамаюнова В. В., Кувшинова А. О. Формування надземної маси та врожайності зерна сортами ячменю озимого в умовах Південного Степу України під впливом біопрепаратів. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2021. № 1 (89). DOI: https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.01.006.

3. Заєць С. О., Пілярський В. Г., Юзюк С. М. Біологічний захист рослин пшениці озимої в системі органічного землеробства. *Вісник аграрної науки*. 2024. № 12. С. 14–22. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202412-02.

4. Панфілова А. В., Кувшинова А. О. Агроекологічні особливості вирощування ячменю озимого залежно від сорту і оптимізації живлення в умовах Південного Степу України. *Зернові культури*. 2026. Т. 10, № 1. С. 121–127. DOI: https://doi.org/10.31867/2523-4544/0416.

5. Панфілова А. В., Кувшинова А. О., Зелінський Ю. А., Доценко Н. А. Вплив біопрепаратів та норм висіву насіння на продуктивність гібридів соняшнику в умовах Півдня України. *Аграрні інновації*. 2025. № 34. С. 130–134. DOI: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.34.18.

КЛІМАТИЧНІ РИЗИКИ ДЛЯ САДІВНИЦТВА ЗАКАРПАТТЯ: ПРОСТОРОВО-ЧАСОВИЙ АНАЛІЗ ГРАДУ ТА ЗЛИВ

Куклишин О. В., аспірант
Вольвач О. В., к. геогр. н., доцент
Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова,
м. Одеса, Україна

Аналіз умов формування конвективних явищ погоди в Україні показує, що зі збільшенням енергії нестабільності атмосфери (зокрема зростанням середньої за добу величини CAPE) зростає інтенсивність та повторюваність злив, гроз, граду й шквалів. Збільшення нестійкості атмосфери на Закарпатті привело, насамперед, до суттєвого збільшення кількості днів з грозою. Спостерігається також тенденція до збільшення повторюваності та інтенсивності й інших конвективних явищ – злив, граду, шквалу. Про збільшення зливової складової опадів свідчить зростання максимальної інтенсивності дощу та зменшення його тривалості [1]. Водночас Закарпаття, як унікальний регіон інтенсивного садівництва та виноградарства, характеризується складними орографічними умовами, які формують контрастний мікроклімат. Комплексний аналіз агрокліматичних ресурсів і небезпечних метеорологічних явищ за багаторічний період спостережень (2001–2025 рр.) свідчить про подальше зростання ризиків екстремальних погодних аномалій у критичні фази вегетації плодових культур. Відтак, оцінка просторово-часової повторюваності таких явищ, як сильні опади та град, є базовою передумовою для розробки адаптивних стратегій захисту врожаю та підвищення стійкості галузі.

Сильні опади належать до небезпечних метеорологічних явищ, які можуть суттєво впливати на стан плодових насаджень. Негативний вплив сильних опадів проявляється у кількох напрямах. По-перше, інтенсивні дощі можуть викликати застій води у ґрунті, що спричиняє кисневе голодування кореневої системи плодових дерев і знижує їх фізіологічну активність. По-друге, тривале зволоження листкової поверхні створює сприятливі умови для розвитку збудників хвороб, зокрема парші, моніліозу та інших грибкових інфекцій. По-третє, сильні опади часто супроводжуються вітром, що може спричиняти обламування пагонів та осипання плодів [2, 3].

Найбільш небезпечними сильні опади є у фазі цвітіння, коли інтенсивні дощі змивають пилок, перешкоджають процесам запилення та запліднення, що призводить до зменшення кількості зав'язі. Значної шкоди вони завдають також у період формування та росту плодів, оскільки надмірне зволоження сприяє поширенню хвороб і може викликати розтріскування плодів. У фазі достигання врожаю сильні опади погіршують якість плодів, сприяють їх загниванню та знижують транспортабельність і лежкість продукції.

Отже, сильні опади становлять суттєву загрозу для плодових культур, оскільки порушують водно-повітряний режим ґрунту, сприяють розвитку хвороб та негативно впливають на процеси формування і достигання плодів.

В Закарпатті, незважаючи на відсутність зазначеного вище явища в низинній частині, епізодичні зливи в інших районах (8% повторюваності у червні–серпні в Ужгороді, Хусті та Рахові) (табл. 1) створюють низку технологічних проблем. Зливи ініціюють площинну ерозію ґрунтів, що призводить до вимивання поживних речовин з кореневої зони, особливо на ділянках з похилим рельєфом. Випадання дуже сильних дощів у червні–липні сприяє вимиванню фунгіцидів з поверхні листя та плодів, що на фоні високої вологості створює ідеальні умови для спалахів парші яблуні, моніліозу та плодових гнилей.

У розрізі фенологічних фаз найбільша загроза спостерігається у червні (Міжгір'я – 12%, Хуст – 8%), що збігається з критичними періодами формування та росту плодів, провокуючи їх розтріскування та поширення грибкових інфекцій, як-от парші чи моніліозу. Липневий пік опадів, характерний для Ужгорода, Хуста, Нижніх Воріт та Нижнього Студеного (4–8%), припадає на фази активного росту та початку достигання врожаю, що загрожує втратою лежкості та товарного вигляду продукції. В районах Рахова та Нижнього Студеного, небезпека зміщується на серпень (8%), створюючи ризики загнивання плодів безпосередньо перед збором. При цьому фаза цвітіння, попри її критичну чутливість до змивання пилку, є відносно безпечною для більшості пунктів, окрім Міжгір'я, де вже у травні фіксується 4% повторюваності сильних дощів. Найменш ризикованою зоною залишається Берегове з нульовими показниками протягом усього вегетаційного періоду.

Небезпека граду для плодових культур полягає у його сильному механічному впливі. Удари градин призводять до пошкодження листкової поверхні, обламування пагонів, травмування кори та утворення вм'ятин і тріщин

на плодах. Такі ушкодження знижують товарну якість продукції, погіршують її лежкість і створюють сприятливі умови для проникнення збудників грибкових та бактеріальних хвороб.

Таблиця 1

Повторюваність років дуже сильним дощем (50 мм і більше за 12 год.) у період вегетації сільськогосподарських культур (період 2001-2025 рр.)

IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Берегове						
0	0	0	0	0	0	0
Ужгород						
0	0	0	8	4	4	0
Хуст						
0	0	8	8	4	0	0
Великий Березний						
0	0	4	4	0	0	0
Рахів						
0	0	0	4	8	0	4
Міжгір'я						
0	4	12	4	8	4	0
Нижні Ворота						
0	0	4	4	0	4	0
Нижній Студений						
0	0	0	8	8	0	0

Найбільш небезпечним град є у період цвітіння та формування зав'язі, коли пошкодження квіток і молодих плодів може призводити до значної або повної втрати врожаю. Значної шкоди він завдає також у фазі інтенсивного росту плодів, коли механічні ушкодження викликають деформацію плодів, їх передчасне опадання або втрату товарних властивостей. У період достигання плодів град спричиняє утворення глибоких пошкоджень тканин, що різко знижує якість урожаю і його придатність до транспортування та зберігання [2, 3].

Отже, град є одним із найнебезпечніших короткочасних атмосферних явищ для плодових культур, оскільки навіть нетривалий випадок опадів із градинами значного діаметра може призвести до суттєвих втрат урожаю та погіршення фітосанітарного стану насаджень.

На відміну від злив, град є значно поширенішим явищем в Закарпатті із піком у травні–червні (повторюваність 20–24%) (табл. 2), що збігається з найвідповідальнішими фазами органогенезу. У травні-червні тканини плодів та пагонів перебувають у стані активного поділу клітин і є надзвичайно ніжними. Навіть дрібний град у цей період призводить до формування глибоких некрозів та деформації плодів, що автоматично переводить їх у категорію некондиційної

продукції. Кожна “градова рана” є відкритими воротами для збудників бактеріальних та грибкових захворювань (зокрема бактеріального опіку плодових).

Таблиця 2

Повторюваність років з градом у період вегетації сільськогосподарських культур

Місяці						
IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Берегове						
0	24	20	8	0	0	0
Ужгород						
8	20	24	12	4	8	4
Хуст						
0	8	16	8	0	0	0
Великий Березний						
8	20	8	0	8	8	0
Рахів						
0	12	4	8	8	0	0
Міжгір’я						
0	12	8	16	0	4	0
Нижні Ворота						
24	24	24	12	8	16	0
Нижній Студений						
4	12	8	4	4	4	4

До того ж висока частота граду (20–24%) у травні–червні в низинних районах на фоні відсутності дуже сильних дощів вказує на те, що град є головним метеорологічним ризиком для інтенсивного садівництва в цій зоні. Це обґрунтовує необхідність інвестування в протиградові сітки. Ефективність запровадження таких сіток широко обговорюється в дослідженнях зарубіжних фахівців [4, 5].

В Україні саме Закарпаття є “піонером” захисту крупних промислових плодових садів інтенсивного типу сучасними протиградовими сітками. Однак для масового впровадження протиградових сіток у сегменті середнього агробізнесу необхідним є пошук ефективних фінансово-кредитних механізмів а також державна підтримка.

Поєднання високої ймовірності граду та епізодичних сильних дощів в передгірних та гірських районах створює комплексний ризик для садівництва в регіоні.

Отже, кліматичні ризики такі як град і сильні опади для садівництва в регіоні мають чітку географічну локалізацію: у низинній зоні головною загрозою є град, імовірність якого в пунктах низинної території Берегове та Ужгород сягає пікових 20–24% у травні–червні, тоді як гірські та передгірні райони потерпають

від сильних опадів, зокрема в Міжгір'ї зафіксовано найвищу повторюваність злив у червні (12%).

Найвищий рівень градової небезпеки спостерігається у пункті Нижні Ворота, де висока частота граду на рівні 24% утримується три місяці поспіль (квітень–червень), що вимагає запровадження жорстких превентивних заходів захисту насаджень безпосередньо від механічних пошкоджень.

Статистична ймовірність граду понад 20% у ключові місяці вегетації робить встановлення протиградових систем обов'язковим елементом бізнес-планування промислових садів у низовинній та передгірній зонах Закарпаття.

Література

1. Балабух В. О. Регіональні прояви глобальної зміни клімату в Закарпатській області. Український гідрометеорологічний журнал. 2013. № 13. С. 55–62.

2. Куян В. Г. Плодівництво : підручник. Житомир : Вид-во ЖНАЕУ, 2009. 480 с.

3. Польовий А. М., Божко Л. Ю., Жигайло О. Л. Основи сільськогосподарської метеорології : навчальний посібник. Одеса : Гельветика, 2020. 346 с.

4. Bosco L. C., Bergamaschi H., Cardoso L. S., de Paula V. A., Marodin G. A. B., Nachtigall G. R. Apple production and quality when cultivated under anti-hail cover in Southern Brazil. International Journal of Biometeorology. 2015. Vol. 59, No. 7. P. 773–782. DOI: https://doi.org/10.1007/s00484-014-0893-6.

5. Kumar A., Negi M., Joshi Y., Dangi G., Sharma D. P., Sharma K. C. Anti-hail nets under hailstorm incidence: impact on apple orchard dynamics. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. 2025. Vol. 53, No. 5. P. 1308–1328. DOI: https://doi.org/10.1080/01140671.2024.2433641.

ВПЛИВ СОРТОВОГО СКЛАДУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН ГІРЧИЦІ ПОСІВНОЇ

Кутняк В. С., аспірант
Науковий керівник: **Федорчук М. І.**, д. с.-г. н., професор
Миколаївський національний аграрний університет

За результатами досліджень встановлено, що врожайність насіння гірчиці значною мірою залежить від способу сівби та генотипу. Ранній строк сівби забезпечував підвищення врожайності, причому вузькорядний спосіб формував приріст на 0,25–0,45 т/га, а широкорядний – 0,35–0,51 т/га порівняно з другим, пізнішим строком. Достовірно вищу врожайність усіх сортів забезпечував вузькорядний спосіб сівби з міжряддям 15 см, що зумовлено кращим

мікрокліматом у посівах, рівномірним освітленням та зменшенням конкуренції між рослинами за вологу і поживні речовини [1].

У проведених нами дослідах вивчали *сорти гірчиці посівної* (Веснянка, Пріма), за *ширини міжрядь* 15 см, 30 см, 45 см. Обидва сорти відзначаються високою господарською цінністю: гірчиця сиза сорту Пріма характеризується вмістом олії до 43% і низьким рівнем ерукової кислоти (0–1%), тоді як гірчиця біла сорту Веснянка вирізняється ранньостиглістю, високою посухостійкістю та вмістом білка до 31% [2, 3].

Польові спостереження засвідчили, що оптимальна ширина міжрядь істотно впливала на ріст і розвиток рослин обох сортів. Найвищу урожайність насіння формували посіви за міжряддя 30 см, що забезпечувало найкраще поєднання густоти стояння, освітленості та доступу вологи. У сорту Веснянка спостерігалася дещо більша біомаса та кількість стручків на рослину, тоді як сорт Пріма мав вищу масу тисячі насінин і вміст олії [4].

Оптимальна глибина загортання насіння залежала від механічного складу ґрунту і рівня зволоженості та в середньому становила 2–4 см. Рекомендована норма висіву варіювала у межах 1,0–1,5 млн схожих насінин/га, тоді як на легких піщаних ґрунтах доцільно збільшувати її до 2,0 млн/га для забезпечення достатньої густоти стояння. Сівбу здійснювали зерновими сівалками типу СЗТ-3.6 або «Містраль», що гарантують рівномірний розподіл насіння та дотримання заданої норми [1].

Таким чином, отримані результати підтверджують, що оптимізація способу сівби та добір сортів з високим генетичним потенціалом є визначальними чинниками підвищення продуктивності гірчиці посівної. Найвищу урожайність у наших дослідах забезпечив сорт Веснянка за міжряддя 30 см, що свідчить про доцільність використання саме цієї схеми для умов Південного Степу України.

Урожайність гірчиці істотно залежить від поєднання сортових особливостей та ширини міжрядь. Оптимальним способом сівби для обох сортів є міжряддя 30 см, яке забезпечує кращу фотосинтетичну активність і використання вологи. Сорт Веснянка перевищував Пріму за біомасою та кількістю стручків, тоді як Пріма мала вищий вміст олії. Ранній строк сівби та дотримання оптимальної густоти стояння є критично важливими умовами реалізації потенційної продуктивності сортів гірчиці в умовах Південного Степу.

Література

1. Миколайко І. І. Вплив строків і способів сівби на продуктивність сортів гірчиці. *Вісник аграрної науки Причорномор'я.* 2024. № 76. С. 45–52.
2. Жуйков О. Г. Гірчиця в Південному Степу: агроекологічні аспекти і технології вирощування. Херсон: Грінь Д. С., 2014. 416 с.
3. Волощук М. Ю. Формування врожайності насіння гірчиці білої залежно від рівня мінерального живлення рослин. *Передгірне та гірське*

землеробство і тваринництво. 2024. Вип. 75(1). DOI: https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(75)-1-2.

4. Жуйков О. Г., Ходос Т. А. Гірчиця в структурі жироолійного комплексу України: повноправна альтернатива чи «чужий серед своїх». *Таврійський науковий вісник.* 2021. № 121. С. 48–52. DOI: https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.121.6.

БІОМЕТРИЧНІ ПАРАМЕТРИ РОСЛИН СОЇ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Куц О. В., д. с-г. н., старший науковий співробітник
Романова Т. А., к. с-г. н., доцент
Понамарьова М. С., к. е. н, доцент
Івахнін В. М., здобувач
Державний біотехнологічний університет,
м. Харків, Україна

Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) характеризується високою потребою в елементах живлення, і в особливості на азот та фосфор. Але соя, як і інші бобові рослини, характеризується здатністю формувати симбіоз з бульбочковими бактеріями роду *Bradyrhizobium.* Завдяки біологічній фіксації атмосферного азоту частина потреби рослин в азоті забезпечується безпосередньо за рахунок діяльності вказаних мікроорганізмів. Водночас ефективність симбіозу значною мірою залежить від забезпеченості ґрунту фосфором, реакції ґрунтового розчину, вмісту органічної речовини та інших умов середовища [1].

Наразі доволі ефективним агротехнологічним заходом вирощування сої є передпосівна інокуляція насіння біопрепаратами на основі *Bradyrhizobium japonicum* та інших ефективних штамів ризобій. Важливе значення має також оптимізація фосфорного живлення, оскільки фосфор приймає участь у процесах енергетичного обміну, формуванні кореневої системи, розвитку бульбочок і функціонуванні азотфіксувального апарату. Поєднання фосфорно-калійних добрив з інокуляцією *Bradyrhizobium japonicum* забезпечує зростання врожайності сої на 32,3% відносно контролю та на 5,9% відносно використання тільки фосфорно-калійних добрив [2].

Ефективним виявляється також використання інших біопрепартів за вирощування сої. Спільне застосування *Bradyrhizobium* sp. та *Pseudomonas oryzihabitans*, здатної до мобілізації фосфатів, позитивно впливало на формування бульбочок, накопичення поживних елементів та продуктивність сої. При цьому зазначено зростання кількості бульбочок до рівня 40,0 шт./рослину, їх маса – до 188,52 мг/рослину; збільшення урожайності на 10,9% відносно контролю [3]. За результатами досліджень в умовах Лісостепу України за внесення P_{30}, фосфатмобілізувального біопрепарату на основі

Bacillus megaterium, B. amyloliquefaciens та Trichoderma harzianum у поєднанні з інокуляцією насіння трьома штамами Bradyrhizobium japonicum урожайність сої підвищувалася на 7,70–18,28% залежно від сорту та варіанту технології [4]. Побідні результати отримано і в інших ґрунтово-кліматичних умовах. Зокрема, застосування фосфору та інокулянта збільшувало урожайність сої на 18 і 24% відповідно, тоді як їх спільне внесення зумовлювало зростання на 37% [5].

Таким чином, сучасна система удобрення сої має ґрунтуватися не лише на забезпеченні рослин основними елементами живлення, а також і на використання симбіотичної азотфіксації. За рахунок інокуляції насіння ефективними штамами Bradyrhizobium та застосування фосфатмобілізувальних мікроорганізмів посилюється біологічна фіксація азоту, покращується фосфорне живлення, формується потужний симбіотичний апарат та, як наслідок, підвищується врожайності й якості насіння сої.

Мета роботи: визначення впливу різних систем оптимізації живлення на біометричні параметри рослин сої в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Методика досліджень

Дослідження проведено на дослідному поді Державного біотехнологічного університету (49°53'30" N, 36°26'49" E) в селищі Докучаєвське Харківського району Харківської області. Ґрунт дослідного поля представлено чорноземом типовим малогумусним середньосуглинковим.

Схема досліджень передбачала різні варіанти оптимізації живлення рослин сої: 1) контроль (без добрив); 2) $N_{30}P_{45}K_{45}$ (рекомендована норма); 3) $N_{40}P_{35}K_{20}$ + Авангард бор 0,5 л/га в два строки (розрахункова норма для отримання урожайності на рівні 2,5 т/га); 4) система оптимізації живлення рослин з використанням максимального комплексу мікробних препаратів (обробка залишків попередника деструктором Екостерн класичний 1 л/га, обробка насіння Різолайн 2 л/т та Різосейв 1 л/т, обприскування ХелпРост бор по 0,5 л/га в два строки); 5) система оптимізації живлення рослин з використанням мінімального комплексу мікробних препаратів (обробка залишків попередника деструктором Екостерн класичний 1 л/га, обробка насіння Різолайн 2 л/т та Різосейв 1 л/т); 6) $N_{20}P_{20}K_{20}$ + використання максимального комплексу мікробних препаратів. Обробку рослин сої борними добривами проводили в фазу 2–3 трійчастих листків та на початку цвітіння.

В дослідженнях було використано наступні добрива та біопрепарати:

Екостерн класичний – деструктор для керованого розкладання рослинних решток та оздоровлення ґрунту. Містить штами роду *Bacillus, Priestia megaterium, Paenibacillus polymyxa, Agrobacterium pusense (Azotobacter chroococcum), Azotobacter vinelandii, Agrobacterium salinitolerans (Enterobacter*

sp.), Enterococcus hirae та 2 види грибів роду *Trichoderma* (загальне число життєздатних клітин 2,5-5,0х10^9 КУО/$см^3$).

Різолайн – інокулянт для посиленої азотфіксації, що містить *Bradyrhizobium japonicum* (2,0-6,0×10^9 КУО/$см^3$), макро- та мікроелементи, біологічно активні продукти життєдіяльності бактерій (вітаміни, гетероауксини, гібереліни тощо).

Різосейв – протектор для пролонгації закріплення інокулянтів і мікоризних препаратів на насінні до 30 діб до висіву

Хелпрост бор – борне добриво, що містить 110,0 г/л бору, 44,0 г/л азоту, 2,0 г/л амінокислот та комплекс мікроорганізмів.

Авангард бор – концентроване рідке борне добриво на основі органічних поліборатів (150,0 г/л бору, 65,0 г/л азоту).

Сою сорту Романтика вирощували за загальноприйнятою технологією: рядковий спосіб висіву з густотою рослин 600 тис./га. Насіння висівали в другій декаді травня.

Результати досліджень.

Зміни в умовах живлення рослин в першу чергу впливають на ростові процеси та в подальшому на формування генеративних органів. В нашій роботі відмічено певну позитивну дію систем оптимізації живлення, як з використанням мінеральних добрив, так і з внесенням мікробних препаратів на біометричні параметри рослин сої (табл. 1).

Таблиця 1

Біометричині параметри рослин сої залежно від системи оптимізації живлення, 2026 р.

Система оптимізації живлення	Висота рослин, см		Висота прикріплення нижнього бобу, см	Кількість бобів на рослині, шт./рослину	Кількість насінин у бобі, шт.
	І декада липня	ІІІ декада серпня			
1. Без добрив	26,4	57,5	12,9	18,8	1,7
2. $N_{30}P_{45}K_{45}$	32,3	68,7	13,6	24,5	1,9
3. $N_{40}P_{35}K_{20}$ + Авангард бор	29,2	70,3	13,4	23,3	2,3
4. Комплекс мікробних препаратів (максимальний)	30,7	71,0	13,8	23,6	2,3
5. Комплекс мікробних препаратів (мінімальний)	27,8	68,3	13,3	22,8	1,9
6. $N_{20}P_{20}K_{20}$ + комплекс мікробних препаратів (максимальний)	30,3	70,4	13,0	23,7	2,0
$НІР_{0,95}$	2,11	5,44	1,24	2,06	0,20

В фазу початку цвітіння культури (І декада липня) визначено істотне зростання висоти рослин сої за використання всіх систем удобрення, окрім застосування мінімального комплексу мікробних препаратів. Підвищення даного біометричного параметру відносно контролю за вказаними варіантами

коливалося в межах 10,6–22,3% та було максимальним за використання мінеральних добрив з нормою $N_{30}P_{45}K_{45}$ (32,3 см).

На кінець вегетації культури (ІІІ декада серпня) за всіма системами удобрення зазначено істотне підвищення висоти рослин сої на 10,8–13,5 см або на 18,8–23,5%. Максимальний ефект забезпечує використання повного комплексу мікробних препаратів (деструктор стерні, інокулянт та борні добрива).

Висота прикріплення нижнього бобу істотно від систем оптимізації живлення не змінювалася і коливалася в межах 12,9–13,8 см. Зазначено позитивну тенденцію щодо підвищення даного показнику за внесення $N_{30}P_{45}K_{45}$ (на 5,4%) та використання максимального комплексу мікробних препаратів (на 7,8%).

За рахунок покращення живлення рослин істотно збільшується кількість бобів на рослинах сої в межах 4,0–5,7 шт./рослину або 21,2–30,3%. Максимальна кількість бобів (24,5 шт./рослину) формується за внесення $N_{30}P_{45}K_{45}$, тоді як за використання мінімального комплексу мікробних препаратів (без обробки борними добривами) даний показник становив 22,8 шт./рослину.

Системи оптимізації живлення також зумовлювали істотне підвищення кількості насінин в бобах сої. Відмічено зростання кількості насінини в бобах з 1,7 шт. на контролі до рівня 1,9–2,3 шт. за використання добрив та мікробних препаратів. Максимальний вплив на даний показник забезпечувало застосування $N_{40}P_{35}K_{20}$ та мікробних препаратів з позакореневими підживленнями борними добривами (2,3 шт./біб).

Висновок. Отримані результати свідчать, що за рахунок оптимізації живлення можна суттєво збільшити біометричні параметри рослин сої, в т.ч. й показники продуктивності рослин. Доволі ефективним є використання $N_{30}P_{45}K_{45}$, $N_{40}P_{35}K_{20}$ + Авангард бор та комплексу мікробних препаратів (деструктор стерні, інокулянт та борні добрива), використання яких забезпечує зростання висоти рослин на 19,4–23,5%, кількості бобів на рослинах – на 23,9–30,3 % та кількості насінин в бобі – на 11,8–35,3%.

Література

1. Kabiru M. R., Buernor A. B., Dahhani S. et al. Soybean yield variability and predictability from applied phosphorus sources and rhizobia inoculation in Northern Nigeria. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2024. Vol. 8. Article 1428466. DOI: https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1428466.

2. Wei W., Guan D., Ma M. et. al. Long-term fertilization coupled with rhizobium inoculation promotes soybean yield and alters soil bacterial community composition. Frontiers in Microbiology. 2023. Vol. 14. Article 1161983. DOI: https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1161983.

3. Kumawat K. C., Singh I., Nagpal S. et al. Co-inoculation of indi-genous Pseudomonas oryzihabitans and Bradyrhizobium sp. modulates the growth,

symbiotic efficacy, nutrient acquisition, and grain yield of soybean. *Pedosphere*. 2022. Vol. 32, No. 3. P. 438–451. DOI: https://doi.org/10.1016/S1002-0160(21)60085-1.

4. Chabaniuk Y., Brovko I., Kovtun A., Milova M. Effects of inocu-lation and phosphorus nutrition on yield and seed quality of soybean varieties in the Central Forest-Steppe Zone. *Studia Biologica*. 2025. Vol. 19, No. 3. P. 119–138. DOI: https://doi.org/10.30970/sbi.1903.836.

5. Adjei-Nsiah S., Martei D., Yakubu A., Ulzen J. Soybean (*Glycine max* L. Merrill) responds to phosphorus application and rhizobium inoculation on Acrisols of the semi-deciduous forest agro-ecological zone of Ghana. *PeerJ*. 2022. Vol. 10. Article e12671. DOI: https://doi.org/10.7717/peerj.12671.

ВПЛИВ РІВНЯ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ПЛОЩУ ЛИСТКОВОЇ ПОВЕРХНІ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ

Мандриш О. Ю., аспірант
Грабовський М. Б., д. с.-г. н., професор
Городецький О. С., к. с.-г. наук, доцент
Павліченко К. В., доктор філософії
Білоцерківський національний аграрний університет,
м. Біла Церква, Україна

Кукурудза є однією з найважливіших сільськогосподарських культур, реалізація біологічного потенціалу якої значною мірою залежить від оптимізації технологічних прийомів вирощування. В умовах сучасного землеробства, зокрема в зоні Правобережного Лісостепу України, вирощування цієї культури стикається з викликами глобальних кліматичних змін [1]. Зростання температурних показників та нерівномірний розподіл опадів у період вегетації вимагають розробки адаптивних агротехнічних рішень, здатних нівелювати вплив абіотичних стресів на рослинний організм [2].

Фундаментальною основою формування високої врожайності кукурудзи є розвиток потужного асиміляційного апарату. Площа листкової поверхні виступає ключовим інтегральним показником, який прямо корелює з інтенсивністю фотосинтезу, динамікою накопичення сухої речовини та формуванням елементів продуктивності [3]. Сучасні агрономічні дослідження підтверджують, що максимальні значення фотосинтетичного потенціалу посівів досягається лише за умови створення оптимального середовища для нарощування вегетативної маси [4].

Провідна роль в управлінні ростовими процесами рослин кукурудзи належить системі мінерального живлення. Традиційне базове внесення макроелементів часто не здатне забезпечити стабільну та пролонговану активність листкового апарату протягом усього онтогенезу [5, 6]. Тому сьогодні особлива увага приділяється оптимізації азотного живлення шляхом

застосування рідких добрив, зокрема карбамідно-аміачної суміші (КАС). Практика підживлення у критичні фази органогенезу (5–6 та 8–10 листків) розглядається як дієвий інструмент для корекції архітектоніки рослин та подовження життєдіяльності фотосинтезуючих органів [7].

Водночас ефективність засвоєння поживних речовин є генотиповою ознакою детермінованою і тісно пов'язана з групою стиглості гібридів. Гібриди з коротким вегетаційним періодом відзначаються високою пластичністю: вони здатні раціонально використовувати весняні запаси вологи для інтенсивного стартового росту та швидкого формування листкової поверхні [4, 8]. Гібриди з вищим показником ФАО, які генетично запрограмовані на формування більшої вегетативної маси, вимагають інтенсивнішого, розтягнутого в часі забезпечення елементами живлення. Проте реалізація цього потенціалу часто лімітується рівнем вологозабезпечення у другій половині вегетації кукурудзи [9].

Метою дослідження було визначення міни площі листкової поверхні гібридів кукурудзи залежно від рівня мінерального живлення в умовах Правобережного Лісостепу України.

Дослідження проводились в 2025–2026 рр. на дослідному полі Навчально-виробничого центру Білоцерківського національного аграрного університету. Фактор А. Гібриди кукурудзи. 1. КВС Таско (ФАО 230) 2. КВС Лауро (ФАО 300), 3. КВС Фортуріо (ФАО 360). Фактор В. Система удобрення. 1. $N_{60}P_{60}K_{60}$ (контроль) 2. $N_{90}P_{90}K_{90}$ 3. $N_{60}P_{60}K_{60}$ + КАС32 100 л/га (5–6 листок) 4. $N_{60}P_{60}K_{60}$ + КАС32 100 л/га (8-10 листок) 5. $N_{60}P_{60}K_{60}$ + КАС32 100 л/га (5–6 і 8–10 листок) 6. $N_{90}P_{90}K_{90}$ + КАС32 100 л/га (5–6 листок) 7. $N_{90}P_{90}K_{90}$ + КАС32 100 л/га (8–10 листок) 8. $N_{90}P_{90}K_{90}$ + КАС32 100 л/га (5–6 і 8–10 листок). Посівна площа ділянки – 150 м^2; облікова – 100 м^2, повторність триразова. Агротехніка вирощування кукурудзи загальноприйнята для зони Правобережного Лісостепу України, окрім факторів, що поставлені на вивчення.

Гідротермічні умови в роки досліджень суттєво різнилися, що визначило характер розвитку асиміляційного апарату рослин кукурудзи. Вегетаційний період 2025 року характеризувався як несприятливий, що лімітувало ростові процеси, тоді як 2026 рік відзначався оптимальними умовами для вегетації, сприяючи максимальній реалізації біологічного потенціалу культури.

Вплив погодних факторів чітко простежується під час аналізу показників контролю (варіант 1). За сприятливих умов 2026 року площа листкової поверхні була вищою: у гібрида КВС Лауро (ФАО 300) вона становила 4140 см^2/рослину порівняно з 3870 см^2/рослину у 2025 році, а у КВС Фортуріо (ФАО 360) – 4280 см^2/рослину і 3900 см^2/рослину відповідно.

В несприятливих умовах 2025 року максимальну ефективність продемонструвало одноразове раннє підживлення азотом. Найвищі показники площі листя в цей рік зафіксовано у гібрида КВС Лауро на шостому варіанті ($N_{90}P_{90}K_{90}$ + КАС32 100 л/га у фазу 5–6 листків) – 4230 см^2/рослину, що перевищило контроль на 9,3 %. Застосування підживлення на восьмому варіанті (внесення у фази 5–6 і 8–10 листків) виявилося менш ефективним через дефіцит вологи, забезпечивши показник 4180 см^2/рослину (перевищення контролю на

8,0 відсотків). Гібрид КВС Фортуріо в цих умовах сформував менший асиміляційний апарат: 4190 см^2/рослину на шостому варіанті та 4150 см^2/рослину на восьмому. Це свідчить про вищу адаптивність гібрида КВС Лауро та раціональне використання ним весняних запасів вологи для раннього стартового росту.

За оптимальних погодних умов 2026 року пролонговане азотне живлення виявилося значно результативнішим, що дозволило максимально розкрити потенціал гібрида з тривалішим вегетаційним періодом. Найбільшу площу листкової поверхні у досліді сформував гібрид КВС Фортуріо на восьмому варіанті удобрення – 4510 см^2/рослину. На шостому варіанті досліду цей показник становив 4420 см^2/рослину. Гібрид КВС Лауро у 2026 році також найкраще реагував на інтенсивне живлення восьмого варіанту, сформувавши 4400 см^2/рослину, тоді як на шостому варіанті цей показник становив 4360 см^2/рослину.

Література

1. Prasad R., Gunn S. K., Rotz C. A., Karsten H., Roth G., Buda A., Stoner A. M. K. Projected climate and agronomic implications for corn production in the Northeastern United States. *PLoS ONE*. 2018. Vol. 13, No. 6. Article e0198623. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198623.
2. Писаренко П. В., Біляєва І. М., Пілярський В. Г., Пілярська О. О. Фотосинтетичний потенціал рослин кукурудзи залежно від умов вирощування. *Миронівський вісник*. 2015. №1. С. 243–251.
3. Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Венедіктов О. М. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: Навчальний посібник. Вінниця, 2011. 381 с.
4. Лавриненко Ю. О., Міщенко С. В., Марченко Т. Ю., Пілярська О. О., Кобизєва Л. Н., Грабовський М. Б. Фотосинтетичні показники гібридів кукурудзи залежно від густоти посіву і обробітку біопрепаратами за умов зрошення. *Аграрні інновації*. 2022. № 12. С. 41–47. DOI: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.12.7
5. Басюк П. Л., Грабовський М. Б. Вплив мікродобрив та регуляторів росту на зміну біометричних показників рослин кукурудзи. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво.* 2025. Вип. 78(1). С. 7–22.
6. Козак Л. А., Грабовський М. Б., Качан Л. М., Павліченко К. В., Німенко С. С. Ефективність застосування регуляторів росту під час вирощування кукурудзи на зерно за контрастних умов навколишнього середовища. *Таврійський науковий вісник*. 2025. Вип. 142. Ч. 1. С. 124–136. DOI: https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.1.16.
7. Buoso S., Tomasi N., Said-Pullicino D., Arkoun M., Yvin J.-C., Pinton R., Zanin L. Characterization of physiological and molecular responses of Zea mays seedlings to different urea-ammonium ratios. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2021. Vol. 162. P. 613–623. DOI: https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2021.03.037.

8. Іванишин О. С. Площа асиміляційної поверхні листків та урожайність гібридів кукурудзи залежно від удобрення в умовах Лісостепу Західного. *Таврійський науковий вісник*. 2020. Вип. 112. С. 77–81. DOI: https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.112.10.

9. Absalan A. A., Armin M., Asghripour M. R., Karimi-Yazdi S. Effects of different forms of nitrogen application on yield response of corn under saline conditions. *Advances in Environmental Biology*. 2011. Vol. 5, No. 4. P. 719–724.

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ОДЕРЖАННЯ САДИВНОГО МАТЕРІАЛУ ЛАВАНДИ ВУЗЬКОЛИСТОЇ (*LAVANDULA ANGUSTIFOLIA* MILL.) МЕТОДАМИ БІОТЕХНОЛОГІЇ

Манушкіна Т. М., к. с.-г. н., доцент
Пехлак К. І., аспірант
Миколаївський національний аграрний університет,
м. Миколаїв, Україна

Лаванда вузьколиста (*Lavandula angustifolia* Mill.) є однією з найбільш поширених ефіроолійних культур родини Lamiaceae Lindl., яка має значне господарське значення завдяки високій цінності ефірної олії, широкому використанню в парфумерно-косметичній, фармацевтичній та харчовій промисловості. Для промислового вирощування культури важливим питанням є забезпечення виробників якісним, вирівняним та генетично однорідним садивним матеріалом. Особливого значення це набуває під час закладання промислових насаджень, де однорідність рослин безпосередньо впливає на їх подальший ріст, розвиток та стабільність продуктивності.

Традиційно лаванду розмножують вегетативно, переважно живцюванням. Такий спосіб дає можливість зберігати цінні господарські ознаки материнських рослин, однак ефективність укорінення значною мірою залежить від фізіологічного стану живців, умов вирощування, вологості субстрату, температури та застосування регуляторів росту. Тому пошук оптимальних параметрів одержання садивного матеріалу залишається актуальним напрямом сучасних досліджень.

Дослідження R. R. Rock, S. K. An та J. Kim показало, що водний режим субстрату є одним із важливих чинників укорінення живців L. *angustifolia* Mill. Автори досліджували чотири рівні вологості субстрату та встановили, що за водного потенціалу –2,5 кПа виживання живців становило 83,3%, тоді як за надмірного підсушування субстрату (–10 кПа) рівень загибелі перевищував 50%. Найвищі показники укорінення становили 53,0 та 47,2% відповідно за умов –1,0 та –2,5 кПа. При цьому формування придаткових коренів відбувалося переважно протягом першого місяця вирощування. Отримані результати свідчать, що контроль вологості субстрату може бути важливим елементом технології одержання якісного садивного матеріалу лаванди [1].

Перспективним напрямом удосконалення технології розмноження є культура *in vitro*. Мікроклональне розмноження дозволяє отримувати значну кількість рослин із невеликої кількості вихідного матеріалу та створювати умови для цілорічного одержання садивного матеріалу. Водночас ефективність мікроклонального розмноження залежить від генотипу, типу експланта, складу живильного середовища, концентрації фітогормонів, умов освітлення та тривалості окремих етапів культивування.

У сучасних дослідженнях особлива увага приділяється оптимізації співвідношення цитокінінів та ауксинів. У роботі Ö. Şimşek та співавторів було досліджено мікроклональне розмноження чотирьох генотипів лаванди із використанням різних концентрацій БАП для проліферації пагонів та ІМК для укорінення. Авторами встановлено, що концентрація 1 мг/л БАП була ефективною для мікророзмноження, а 1 мг/л ІМК сприяла ефективному укоріненню. Після формування кореневої системи всі досліджені генотипи продемонстрували 100 % виживання під час акліматизації [2].

Важливим є також питання використання різних типів експлантів. В Україні Т. В. Медведєва, Т. А. Натальчук та О. І. Рудник-Іващенко досліджували особливості морфогенезу лаванди вузьколистої та лавандину в умовах культури in vitro. У дослідженні використовували верхівки мікропагонів та стеблові сегменти з одним або двома міжвузлями. Рослини культивували на середовищі Мурасіге-Скуга без регуляторів росту. Дослідження показало, що реакція рослин на умови *in vitro* залежить від виду експланта та генотипу, що підтверджує необхідність диференційованого підходу до оптимізації протоколів мікроклонального розмноження лаванди та лавандину [3].

Окрім складу живильного середовища, перспективним фактором оптимізації є умови освітлення. M. M. Wai та співавтори досліджували вплив різних співвідношень червоного та синього світла LED на розмноження *L. angustifolia* Mill. у системі вертикального вирощування. Встановлено, що оптимізація світлового режиму позитивно впливала на формування кореневої системи живців, а ефект використаного режиму освітлення зберігався і після пересаджування рослин у тепличні умови. Це свідчить про перспективність використання контрольованого світлового середовища для підвищення ефективності виробництва садивного матеріалу лаванди [4].

Водночас сучасні біотехнологічні дослідження спрямовані не лише на збільшення кількості отриманих рослин, але й на забезпечення їх фізіологічної якості. У роботі, присвяченій впливу жасмонової та саліцилової кислот на рослини *L. angustifolia* Mill., одержані *in vitro*, досліджували зміни росту та біохімічного складу рослинного матеріалу. Було встановлено, що застосування цих сполук може впливати на накопичення біологічно активних речовин, зокрема, поліфенолів, хлорофілів та каротиноїдів [5]. Таким чином, оптимізація умов культури *in vitro* потенційно може бути спрямована не тільки на регенерацію рослин, але й на формування їх фізіологічно повноцінного стану.

Актуальним залишається також удосконалення традиційного живцювання. Нові дослідження демонструють, що ефективність укорінення

можна підвищувати шляхом поєднання оптимальних умов вирощування з використанням регуляторів росту та різних систем укорінення. У дослідженні G. Lykokanellos та співавторів, порівнювали туманну, аеропонну та плаваючу системи розмноження живців *L. angustifolia* Mill., а також різні препаративні форми укорінювальних гормонів. За результатами роботи, аеропонна система сприяла формуванню довшої та більш розгалуженої кореневої системи, тоді як гелеподібна форма укорінювального препарату позитивно впливала на довжину та розгалуження коренів [6].

Отже, сучасні дослідження свідчать, що ефективність одержання садивного матеріалу *L. angustifolia* Mill. визначається комплексом взаємопов'язаних факторів. Для традиційного живцювання важливими є строки заготівлі та фізіологічний стан живців, їх довжина, вологість субстрату, умови освітлення та використання стимуляторів ризогенезу. Для мікроклонального розмноження особливого значення набувають тип експланта, склад мінерального живильного середовища, концентрації цитокінінів та ауксинів, умови освітлення і подальша акліматизація рослин. Перспективним є комплексне поєднання традиційного вегетативного та мікроклонального способів розмноження лаванди. Оптимізація таких технологій дозволить визначити найбільш ефективні умови отримання якісного однорідного садивного матеріалу ефіроолійних культур родини Lamiaceae та створити технологічні основи для його масштабованого виробництва.

Література

1. Rock R. R., An S. K., Kim J. Optimum Moisture Conditions for English Lavender Cuttings Are Drier for Root Development than Shoot Development. *Horticulturae*. 2022. Vol. 8, No. 8. Article 753. DOI: 10.3390/horticulturae8080753.
2. Şimşek Ö., Dalda Şekerci A., Isak M. A., Bulut F., İzgü T., Tütüncü M., Dönmez D. Optimizing Micropropagation and Rooting Protocols for Diverse Lavender Genotypes: A Synergistic Approach Integrating Machine Learning Techniques. *Horticulturae*. 2024. Vol. 10, No. 1. Article 52. DOI: 10.3390/horticulturae10010052.
3. Медведєва Т. В., Натальчук Т. А., Рудник-Іващенко О. І. Особливості морфогенезу лаванди та лавандину, вирощених на безгормональному середовищі в умовах культури in vitro. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2025. Т. 21, № 3. С. 154–158. DOI: 10.21498/2518-1017.21.3.2025.339318.
4. Wai M. M., Lorch-Schierning E., Perera A., Baghalian K. Enhancing lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) propagation in vertical farming system: Investigating the impact of LED red-to-blue ratios and subsequent post-potting growth dynamics. *Industrial Crops and Products*. 2024. Vol. 219. Article 119107. DOI: 10.1016/j.indcrop.2024.119107.
5. Bădulescu L., et al. Effect of Jasmonic Acid and Salicylic Acid on Growth and Biochemical Composition of In-Vitro-Propagated *Lavandula angustifolia* Mill. *Agronomy*. 2020. Vol. 10, No. 11. Article 1722. DOI: 10.3390/agronomy10111722.

6. Lykokanellos G., Lagogiannis I., Liopa-Tsakalidi A., Salachas G. Effects of Growth Regulators and Propagation Systems on the Growth of Lavender (*Lavandula angustifolia*) Cuttings. *Horticulturae*. 2026. Vol. 12, No. 2. Article 246. DOI: 10.3390/horticulturae12020246.

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ПРОДУКТИВНОСТІ КРОПУ СОРТУ АЛІГАТОР ЗА ГІДРОПОННОГО ТА ҐРУНТОВОГО МЕТОДІВ ВИРОЩУВАННЯ В ТЕПЛИЦЯХ

Михайлова Д. О., викладач спеціальних дисциплін
Кропивницький аграрний фаховий коледж,
м. Кропивницький, Україна

Кріп належить до найпопулярніших пряно-зеленних культур в Україні, попит на який зберігається впродовж усього року; до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, внесено півтора десятка його сортів, зокрема й Алігатор [1]. Культура вирізняється високою вимогливістю до вологозабезпечення: на півдні України підтримання вологості ґрунту на рівні 70% НВ підвищувало урожайність зеленої маси кропу з 177 до 225 ц/га, тобто на 27% [1]. За зміни клімату, що супроводжується частішими посухами та температурними аномаліями, залежність продуктивності від ґрунтових умов і погоди зростає, тому для отримання стабільних урожаїв зелені дедалі більшого значення набуває вирощування в теплицях, зокрема із застосуванням безґрунтових технологій.

Безґрунтові системи є найінтенсивнішим способом виробництва в сучасному овочівництві: вони здатні забезпечувати вищі врожаї навіть за несприятливих умов, а за адаптованої до культури технології – продукцію без втрат якості порівняно з ґрунтовою [2]. Водночас їхні переваги не є універсальними. Так, для салату гідропонний метод забезпечував приблизно в 11 разів вищий вихід продукції з одиниці площі за значно меншої потреби у воді, проте потребував у 82 рази більше енергії [3]. Отже, порівняльна оцінка методів має виконуватися для конкретних культур, сортів і умов вирощування. Для зеленних культур перспективною є система періодичного затоплення Flood & Drain, у якій лотки з рослинами за таймером заповнюються живильним розчином, а після його стікання в резервуар коренева зона аерується [4]. Порівняльних даних щодо продуктивності кропу за такого способу вирощування і в ґрунті теплиці в умовах України недостатньо.

Мета досліджень – провести порівняльну оцінку біометричних, фенологічних і продуктивних показників кропу сорту Алігатор за гідропонного (Flood & Drain) та ґрунтового методів вирощування в теплиці.

Дослідження проводили у 2019–2024 рр. на базі наукової лабораторії гідропонного вирощування овочів у купольній теплиці Центральноукраїнського національного технічного університету (м. Кропивницький). Схема досліду

включала два варіанти: ґрунтове вирощування (контроль) та гідропонне вирощування в системі періодичного затоплення Flood & Drain; повторність триразова. Біометричні показники визначали у фазах появи перших листків, формування розетки та технічної стиглості, строки настання фенологічних фаз фіксували за загальноприйнятою методикою [5]. У фазі технічної стиглості проводили зріз і зважування продукції, визначали її вихід і товарну якість. Експериментальні дані опрацьовано методами дисперсійного аналізу [6].

Порівняння біометричних показників засвідчило перевагу гідропонного методу за всіма ознаками, яка становила від 10,5 до 17,5% (табл. 1). Найбільше рослини різнилися за діаметром розетки (12,1 проти 10,3 см) і висотою (28,3 проти 24,5 см). Сукупність цих змін забезпечила зростання маси однієї рослини на 4,1 г, або 14,4%.

Таблиця 1

Біометричні показники рослин кропу сорту Алігатор у фазі технічної стиглості залежно від методу вирощування

Показник	Гідропонний метод (Flood & Drain)	Ґрунтовий метод (контроль)	Гідропонний метод, % до контролю
Висота рослини, см	28,3 ± 0,8	24,5 ± 0,7	115,5
Кількість листків на рослині, шт.	14,2 ± 0,6	12,8 ± 0,5	110,9
Довжина найдовшого листка, см	19,5 ± 0,9	17,2 ± 0,8	113,4
Ширина листка, мм	8,4 ± 0,3	7,6 ± 0,2	110,5
Діаметр розетки, см	12,1 ± 0,7	10,3 ± 0,6	117,5
Маса однієї рослини, г	32,5 ± 1,2	28,4 ± 1,0	114,4

Імовірною причиною такої різниці є рівномірніше забезпечення кореневої системи водою та елементами живлення. Якщо в ґрунті теплиці вологість кореневмісного шару між поливами неминуче коливається, що для вологолюбного кропу є суттєвим обмежувальним чинником [1], то в системі Flood & Drain регулярні цикли затоплення підтримують стабільний водний режим, а фази дренування забезпечують надходження кисню до коренів [4]. Значення складу живильного розчину та типу субстрату для продуктивності рослин у гідропонних системах показано також у попередніх дослідженнях [7, 8].

Біометрична перевага гідропонних рослин реалізувалася в урожайності та якості продукції (табл. 2). Урожайність кропу за гідропонного методу становила 3,8 кг/м^2, що на 0,6 кг/м^2 (18,8%) перевищує контроль.

Одночасно зросли сирий вихід готової продукції (на 4,6 п. п.) і частка продукції I класу (на 5,2 п. п.), що свідчить про вирівняніший розвиток рослин у гідропонній системі. Унаслідок цього урожайність продукції I класу збільшилася з 2,63 до 3,33 кг/м^2, тобто на 26,3%: якісна перевага методу

підсилює кількісну. Вартість продукції з 1 м^2 за середніми цінами реалізації зросла з 1280 до 1540 грн, або на 20,3%.

Таблиця 2

Урожайність, якість продукції та тривалість вирощування кропу сорту Алігатор залежно від методу вирощування

Показник	Гідропонний метод (Flood & Drain)	Ґрунтовий метод (контроль)	Гідропонний метод, % до контролю
Урожайність, кг/м^2	3,80 ± 0,15	3,20 ± 0,12	118,8
Сирий вихід готової продукції, %	94,2 ± 1,5	89,6 ± 1,3	105,1
Частка товарної продукції I класу, %	87,5 ± 1,8	82,3 ± 1,6	106,3
Урожайність продукції I класу*, кг/м^2	3,33	2,63	126,3
Період від сходів до технічної стиглості, діб	32,0 ± 0,8	35,2 ± 0,9	90,9
Тривалість періоду технічної стиглості, діб	3,5 ± 0,2	2,8 ± 0,2	125,0
Вартість продукції, грн/м^2	1540 ± 45	1280 ± 40	120,3

** Розраховано як добуток урожайності на частку товарної продукції I класу.*

Гідропонний метод прискорив і розвиток рослин: перший листок з'являвся на 0,6 доби, а розетка формувалася на 2,2 доби раніше, ніж у ґрунті, унаслідок чого період від сходів до технічної стиглості скоротився з 35,2 до 32,0 доби. Водночас тривалість періоду технічної стиглості подовжилася з 2,8 до 3,5 доби, що зменшує ризик переростання рослин і дає змогу гнучкіше планувати збирання.

Отримані результати узгоджуються з висновком про те, що безґрунтові системи здатні підвищувати урожайність без погіршення товарної якості продукції [2]. Проте, як показує досвід гідропонного вирощування салату, перевага в урожайності може супроводжуватися зростанням енергетичних витрат [3], а спільний контур циркуляції розчину в системі Flood & Drain підвищує ризик поширення кореневих патогенів. Тому остаточний вибір методу потребує економічної оцінки з урахуванням вартості обладнання, електроенергії та живильного розчину.

Висновки. 1. За гідропонного вирощування в системі Flood & Drain рослини кропу сорту Алігатор переважали ґрунтові за біометричними показниками на 10,5–17,5%, а за масою рослини – на 14,4%.

2. Урожайність кропу за гідропонного методу зросла на 18,8% (3,8 проти 3,2 кг/м^2), а урожайність продукції I класу – на 26,3% завдяки вищій частці товарної продукції.

3. Гідропонний метод скорочує період від сходів до технічної стиглості на 3,2 доби та подовжує період технічної стиглості на 0,7 доби, що підвищує гнучкість організації збирання. Подальші дослідження доцільно спрямувати на економічну та енергетичну оцінку порівнюваних методів.

Література

1. Шепель А. В. Урожайність кропу пахучого (*Anethum graveolens* L.) залежно від зволоження ґрунту на півдні України. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 130. С. 292–300. DOI: https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.40.

2. Gruda N. Do soilless culture systems have an influence on product quality of vegetables? *Journal of Applied Botany and Food Quality*. 2009. Vol. 82. P. 141–147. DOI: https://doi.org/10.18452/9433.

3. Barbosa G. L., Gadelha F. D. A., Kublik N. et al. Comparison of land, water, and energy requirements of lettuce grown using hydroponic vs. conventional agricultural methods. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2015. Vol. 12, No. 6. P. 6879–6891. DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph120606879.

4. Nelson M., Langellotto G., Nackley L. Hydro hints: Ebb and flow : Extension Publication EM 9458. *Corvallis : Oregon State University Extension Service*, 2025. URL: https://extension.oregonstate.edu/catalog/pub/em-9458-hydro-hints-ebb-flow (дата звернення: 11.09.2026).

5. Пігуль В. М., Дейнека В. І., Ващенко В. П. Методика польового досліду в овочівництві і баштанництві. Харків : Стиль-Іздат, 2018. 270 с.

6. Дослідна справа в агрономії : навч. посіб. : у 2 кн. Кн. 2. Статистична обробка результатів агрономічних досліджень / А. О. Рожков та ін. Харків : Майдан, 2016. 298 с.

7. Ковальов М. М., Звєздун О. М. Вирощування найпоширеніших сортів салату ромен на різних типах субстратів в NFT системах. Водні біоресурси та аквакультура. 2021. Вип. 1 (9). С. 27–36. DOI: https://doi.org/10.32851/wba.2021.1.3.

8. Ковальов М. М. Вирощування мікрозелені салату ромен у NFT-системах залежно від впливу типу субстрату. Зрошуване землеробство : міжвідомчий тематичний науковий збірник. 2021. Вип. 75. С. 48–52. DOI: https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.9.

АДАПТИВНИЙ ПОТЕНЦІАЛ НОВИХ СОРТІВ СМОРОДИНИ ЧОРНОЇ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Мулярчук О. І., к. с.-г. н., доцент кафедри садівництва і виноградарства
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
м. Кам’янець-Подільський, Україна

Сучасне ягідництво розвивається в умовах істотної мінливості погодних факторів, що проявляється у підвищенні температури повітря, нерівномірності випадання атмосферних опадів, збільшенні тривалості посушливих періодів та зміні тривалості вегетаційного періоду. Такі зміни безпосередньо впливають на

ріст, розвиток, формування генеративних органів та продуктивність ягідних культур [1,3].

Чорна смородина належить до найбільш цінних кущових ягідних культур. Її ягоди характеризуються високою біологічною та харчовою цінністю і є важливим джерелом біологічно активних речовин. Особливу цінність становить високий вміст аскорбінової кислоти. У ягодах чорної смородини вміст вітаміну С у середньому становить близько 300 мг % і може коливатися в широких межах залежно від сортових особливостей та умов вирощування [2, 3].

За кількістю вітаміну С чорна смородина належить до найбільш цінних плодових і ягідних культур. Окрім аскорбінової кислоти, ягоди містять вітаміни Р, А, В1, органічні кислоти, цукри, пектинові речовини та інші біологічно активні сполуки. Саме тому культура має важливе значення як для споживання у свіжому вигляді, так і для переробної промисловості [5].

Адаптивність рослин визначається їх здатністю пристосовуватися до змін умов вирощування та реалізовувати продуктивний потенціал у широкому діапазоні факторів середовища. Для багаторічних ягідних культур це особливо важливо, оскільки рослини протягом тривалого періоду перебувають на одному місці та щороку піддаються впливу різних погодних умов [7].

У чорної смородини адаптивність значною мірою визначається особливостями росту куща, здатністю до формування пагонів заміщення, характером закладання генеративних органів, стійкістю до хвороб і шкідників, а також здатністю підтримувати стабільну продуктивність за різних умов року.

Підвищення продуктивності та стабільності виробництва ягід чорної смородини в сучасних умовах значною мірою пов’язане з використанням сортів, які здатні ефективно реалізовувати генетично зумовлений потенціал за різних умов середовища. Важливого значення набуває не лише максимальна врожайність сорту, а й його здатність зберігати достатньо високий рівень продуктивності за несприятливих або нестабільних погодних умов [3, 6].

У зв’язку з цим сорт є одним із основних елементів адаптації ягідних насаджень до сучасних кліматичних змін. Добір сортів із високою продуктивністю, стійкістю до хвороб і шкідників, оптимальною силою росту та здатністю підтримувати стабільне плодоношення є важливим напрямом підвищення ефективності промислового ягідництва [4].

Тому комплексна оцінка нових сортів у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах є необхідною передумовою їх виробничого впровадження.

Метою досліджень було визначення господарсько-біологічних особливостей та оцінювання адаптивного потенціалу нових сортів чорної смородини в умовах Західного Лісостепу України, а також виділення найбільш перспективних сортів для вирощування в умовах мінливого клімату.

Дослідження проводили в НДЦ «Поділля» закладу вищої освіти «Подільський державний університет» в умовах Західного Лісостепу України.

Об’єктом досліджень були сорти чорної смородини Чорний десерт, Кіра та Вечорниця. За контроль використано сорт Єдність.

Дослід було закладено у трикратній повторності, по десять облікових кущів у кожній повторності. Схема розміщення рослин – 3 × 0,7 м. Дослідження проводили відповідно до «Програми та методики сортовивчення плодових, ягідних та горіхоплідних культур».

У процесі досліджень визначали висоту кущів, кількість пагонів заміщення, показники продуктивності, а також проводили візуальну оцінку стійкості сортів до поширених хвороб і шкідників.

Адаптивний потенціал сортів оцінювали за комплексом господарсько-біологічних показників та характером зміни продуктивності залежно від умов року. Особливу увагу приділяли здатності сортів підтримувати високий рівень продуктивності в умовах контрастних за погодними умовами років.

За результатами проведених спостережень встановлено, що досліджувані сорти чорної смородини істотно відрізнялися за силою росту, пагоноутворювальною здатністю, продуктивністю та стійкістю до хвороб і шкідників.

В умовах зміни клімату особливого значення набувають морфологічні особливості куща, оскільки вони визначають його здатність формувати достатню кількість плодової деревини, ефективно використовувати ресурси середовища та підтримувати продуктивність насаджень.

Протягом років досліджень найбільш інтенсивним ростом характеризувався сорт Чорний десерт. Середня висота його кущів становила 89 см, що на 13% більше порівняно з контрольним сортом Єдність. Сорти Кіра та Вечорниця за цим показником практично не відрізнялися від контролю і формували кущі заввишки відповідно 76 та 78 см.

Таким чином, Чорний десерт характеризувався більшою силою росту, що потенційно забезпечує формування значного об’єму плодової деревини. Водночас помірна сила росту сортів Кіра та Вечорниця може бути позитивною ознакою з точки зору формування компактної крони та проведення технологічних операцій у насадженнях.

Важливим показником, який характеризує здатність сортів чорної смородини формувати продуктивний кущ із достатньою кількістю пагонів різного віку, є здатність до утворення пагонів заміщення.

У середньому за роки досліджень найбільшу кількість пагонів заміщення формував сорт Вечорниця – 4,2 шт./кущ, що становило 124% порівняно з контрольним сортом Єдність. У сорту Кіра цей показник становив 3,1 шт./кущ, або 91% від контролю.

Висока пагоноутворювальна здатність Вечорниці має важливе господарське значення, оскільки забезпечує постійне оновлення плодової деревини, підтримання оптимального вікового складу куща та створює передумови для тривалого збереження високої продуктивності насаджень (табл. 1).

За результатами досліджень, сорти відрізнялися за характером формування куща та реалізацією продуктивного потенціалу. Найбільшою висотою кущів характеризувався Чорний десерт – 89,0 см. Найвищу пагоноутворювальну здатність виявлено у сорту Вечорниця – 4,2 шт./кущ.

Важливою ознакою адаптивності сорту є його стійкість до шкідливих організмів. За результатами проведених фітосанітарних спостережень сорт Вечорниця характеризувався найвищою стійкістю до поширених хвороб і шкідників. Ступінь його ураження становив лише 0–0,1 бала, що свідчить про практичну відсутність істотного пошкодження.

Таблиця 1

Господарсько-біологічна характеристика сортів чорної смородини в умовах Західного Лісостепу України

Сорт	Висота куща, см	Пагони заміщення, шт./кущ	Урожай з куща, кг	До контролю, %	Стійкість до хвороб і шкідників, бал
Єдність – *контроль*	78,8	3,4	2,9	100	–
Чорний десерт	89,0	–	3,2	110	–
Кіра	76,0	3,1	2,9	100	–
Вечорниця	78,0	4,2	3,1	107	0–0,1

За комплексом показників, що визначають потенційну продуктивність чорної смородини, зокрема довжиною міжвузля і грона, кількістю ягід у гроні та величиною ягід, в умовах Західного Лісостепу України виділилися сорти Чорний десерт і Вечорниця. Формування добре розвинених кущів та генеративних органів свідчить про високий потенціал цих сортів.

Продуктивність ягідних насаджень формується під впливом цілого комплексу факторів: ґрунтових умов, забезпечення рослин вологою та елементами живлення, температурного режиму, освітленості крони, особливостей конструкції насаджень та генетичних властивостей сорту [2, 3].

В умовах зміни клімату взаємодія цих факторів стає ще більш важливою, оскільки погодні умови окремих років можуть істотно відрізнятися. Тому оцінювання сортів за продуктивністю необхідно проводити протягом декількох років, що дає можливість встановити характер їх реакції на зміну умов середовища.

У 2024 році врожай з одного куща досліджуваних сортів суттєво не відрізнявся від контролю та становив 1,5–2,2 кг. У 2025 році продуктивність кущів зросла у 2–3 рази порівняно з попереднім роком. Це свідчить про значний вплив погодних умов року на формування врожаю чорної смородини та водночас підтверджує необхідність комплексної оцінки сортів за кілька років.

У середньому за два роки досліджень продуктивність контрольного сорту Єдність становила 2,9 кг/кущ. Сорт Чорний десерт забезпечив 3,2 кг ягід з одного куща, що на 0,3 кг, або 10%, більше порівняно з контролем. У сорту Вечорниця продуктивність становила 3,1 кг/кущ, що на 7% перевищувало контроль. Сорт Кіра сформував продуктивність на рівні контрольного варіанта – 2,9 кг/кущ.

Отримані результати свідчать про різний характер реалізації продуктивного потенціалу досліджуваних сортів. Чорний десерт забезпечив

найвищий середній урожай з куща, що характеризує його як високопродуктивний сорт. Водночас Вечорниця поєднувала достатньо високу продуктивність із високою пагоноутворювальною здатністю та стійкістю до хвороб і шкідників.

Саме поєднання кількох цінних ознак є важливим під час оцінювання адаптивного потенціалу. Висока врожайність без достатньої стійкості до несприятливих факторів не завжди забезпечує стабільність виробництва. Тому для сучасного ягідництва особливо цінними є сорти, здатні одночасно забезпечувати високий рівень продуктивності, формувати оптимальну структуру куща та зберігати стійкість до біотичних і абіотичних стресорів.

Порівняння показників продуктивності за роками також дає підстави стверджувати, що погодні умови є важливим фактором реалізації потенціалу чорної смородини. Значне збільшення врожаю у 2025 році порівняно з 2024 роком свідчить про високу залежність продуктивності від умов року. Така реакція характерна для багаторічних ягідних культур, у яких умови попереднього та поточного вегетаційних періодів впливають на закладання генеративних органів, ріст пагонів і формування врожаю.

Отже, в умовах зміни клімату перспективність сорту необхідно визначати не лише за абсолютним рівнем продуктивності, а за сукупністю ознак, які забезпечують його здатність адаптуватися до мінливого середовища. За результатами проведених досліджень найбільш цінним комплексом ознак характеризувався сорт Вечорниця. Він поєднував високу пагоноутворювальну здатність, достатньо високу продуктивність та високу стійкість до хвороб і шкідників.

Сорт Чорний десерт також становить значний інтерес для виробничого ягідництва. Його перевагами були інтенсивний ріст кущів та найвища середня продуктивність – 3,2 кг/кущ, що на 10% перевищувало контроль. Це свідчить про високий продуктивний потенціал сорту за сприятливих умов вирощування.

Сорт Кіра за більшістю досліджуваних показників перебував на рівні або близько до контрольного сорту Єдність. Його продуктивність у середньому за два роки становила 2,9 кг/кущ, а кількість пагонів заміщення – 3,1 шт./кущ.

Таким чином, результати досліджень підтверджують наявність сортової специфіки реакції чорної смородини на умови вирощування. Виявлені відмінності можуть бути використані під час добору сортів для промислових насаджень Західного Лісостепу України в умовах сучасних кліматичних змін.

Література

1. Грицаєнко А. О. Плодівництво: підручник. Київ: Урожай, 2000. 432 с.

2. Куян В. Г. Спеціальне плодівництво: підручник. Київ: Світ, 2004. 464 с.

3. Марковський В. С., Бахмат М. І. Ягідні культури в Україні : навчальний посібник. Кам’янець-Подільський : ПП «Медобори-2006», 2008. 200 с. ISBN 978-966-96-959-3-2.

4. Мельничук Т. О., Постоленко Л. В. Оцінка якості ягід смородини чорної залежно від умов вирощування. *Агробіологічний журнал*. 2018. № 22. С. 110–115.

5. Мельничук Т. В., Постоленко Л. В., Петренко І. К. Вплив елементів агротехнології на врожайність смородини чорної. *Науковий вісник Житомирського агроуніверситету*. 2019. № 41. С. 73–79.

6. Іваненко П. Г., Тараненко В. І., Гнатюк І. О. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність смородини чорної. *Журнал аграрних досліджень України*. 2021. № 34. С. 51–60.

7. Шевченко Н. В., Іваненко П. В., Мельничук Т. К. Екологічні аспекти вирощування смородини чорної в умовах органічного землеробства. *Журнал екологічних досліджень України*. 2021. № 18. С. 45–53.

АДАПТАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ РОСЛИН В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ ЯК ОСНОВА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ

Неділська У. І., к. с-.г. н., доцент
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
м. Кам’янець-Подільський, Україна

Глобальні зміни клімату є одним із ключових чинників, що визначають сучасні умови функціонування агроекосистем та стабільність виробництва сільськогосподарської продукції. Зміни клімату, які спостерігаються протягом останніх десятиліть, стали однією з найбільш актуальних проблем у світі [1]. В Україні відбуваються істотні зміни клімату у напрямі потепління, які включають підвищення середньорічної температури, зменшення мінусових температур узимку, збільшення тривалості безморозного періоду та зростання суми активних температур [2].

Підвищення середньорічної температури, зміна режиму опадів, частіші посухи, екстремальні погодні явища та водний дефіцит створюють додаткові стресові умови для рослин і можуть негативно впливати на їх ріст, розвиток, продуктивність та якість урожаю. Для України, де аграрний сектор має важливе значення для економіки та продовольчого забезпечення населення, проблема адаптації рослин до кліматичних змін набуває особливої актуальності.

Важливу роль у забезпеченні стійкості рослин до несприятливих факторів відіграють фізіологічні та адаптаційні механізми як регуляція водного режиму, функціонування продихового апарату, зміни інтенсивності фотосинтезу і дихання, регуляція метаболічних процесів. Розуміння цих механізмів є передумовою для формування адаптивних технологій вирощування культур, добору стійких сортів і гібридів та збереження їх продуктивного потенціалу за умов кліматичної нестабільності. Тому дослідження адаптаційних можливостей

рослин є одним із чинників підвищення стійкості аграрного виробництва та продовольчої безпеки України.

Метою дослідження було узагальнити наукові уявлення про адаптації рослин до основних проявів зміни клімату та визначити їх значення для збереження продуктивності сільськогосподарських культур і забезпечення продовольчої безпеки України.

З метою оцінювання здатності сільськогосподарських культур протистояти несприятливим проявам сучасних кліматичних змін розглянуто фізіологічні реакції рослин на основні абіотичні стресові фактори, характерні для агроекосистем України. Особливу увагу приділено дефіциту вологи, підвищеним температурам, нерівномірності атмосферних опадів та їх комбінованому впливу. Саме ці чинники в умовах кліматичної нестабільності істотно змінюють перебіг процесів, визначають темпи росту й розвитку, формування генеративних органів та продуктивність культур.

Для комплексної оцінки стійкості доцільно використовувати представників основних груп польових культур, які мають вагоме значення для продовольчого та кормового виробництва України. Зернові культури, зокрема пшениця озима та кукурудза, характеризуються різною реакцією на дефіцит води й температурний стрес, що дає можливість порівнювати їх особливості. Серед зернобобових культур перспективним об’єктом є соя, яка має важливе значення як джерело рослинного білка. Доцільним є також дослідження соняшнику як культури з відносно високою посухостійкістю та картоплі, продуктивність якої значною мірою залежить від температурного і водного режимів упродовж вегетації.

Експериментальне оцінювання передбачає порівняння контрольних умов із варіантами, у яких моделюються окремі стресові фактори. У контрольному варіанті рослини вирощують за оптимального забезпечення вологою та поживними речовинами відповідно до біологічних потреб культури. У дослідних варіантах створюють контрольований дефіцит води, підвищене температурне навантаження або їх поєднання. Такий підхід дає змогу простежити специфіку реакції рослин на окремі чинники та встановити наслідки їх комплексної дії.

Одним із першочергових показників стійкості є водний режим. За недостатнього надходження води рослина змінює інтенсивність транспірації, регулює відкривання продихів і перерозподіляє водні ресурси між органами. Закриття продихів є одним із найшвидших захисних механізмів, який дає змогу зменшити втрати води, однак обмежує надходження вуглекислого газу до фотосинтетичного апарату. Тривалий водний дефіцит, відповідно, може супроводжуватися зниженням інтенсивності фотосинтезу та уповільненням утворення органічної речовини.

Важливим показником є також здатність підтримувати тургор за зниження вологості ґрунту. Рослини, які тривалий час зберігають відносно стабільний водний потенціал за несприятливих умов, характеризуються вищою фізіологічною стійкістю до посухи. При цьому посухостійкість може

забезпечуватися різними шляхами, як уникненням значного зневоднення, обмеженням втрат води або збереженням функціональної активності клітин за її дефіциту.

Важливим компонентом функціонування рослин є фотосинтетичний апарат. Саме фотосинтез забезпечує формування органічної речовини, яка використовується для росту, розвитку та утворення врожаю. Під дією високої температури й дефіциту вологи відбуваються зміни фотосинтетичних процесів. Зменшення продихової провідності обмежує надходження вуглекислого газу, а тривале температурне навантаження може негативно позначатися на структурі та функціональному стані фотосистем.

Особливий інтерес становить реакція культур на температурний стрес. Підвищення температури впливає на швидкість ферментативних реакцій, інтенсивність дихання, водний баланс, стан мембран та репродуктивний розвиток. Для зернових культур критичними можуть бути періоди цвітіння та формування зерна, тоді як для кукурудзи суттєве значення має забезпечення вологою в період інтенсивного росту та формування генеративних органів. У картоплі надмірно високі температури можуть змінювати співвідношення між ростом надземної частини та формуванням бульб. Однаковий кліматичний чинник може проявлятися через різні фізіологічні реакції залежно від біологічних особливостей культури.

Важливим критерієм є морфологічна перебудова рослин. За дефіциту вологи вони можуть формувати потужнішу кореневу систему, змінювати співвідношення між надземною та підземною біомасою, зменшувати площу листкової поверхні або змінювати архітектоніку листкового апарату. Такі зміни сприяють ефективнішому використанню обмежених ресурсів. Особливого значення набуває співвідношення маси кореневої та надземної частин, оскільки воно відображає характер розподілу асимілятів між органами за різного рівня забезпечення водою. Адже для сільськогосподарських культур важливо не лише витримати несприятливий період, а й максимально зберегти потенціал урожайності.

Окремого значення набуває порівняльна оцінка різних генотипів однієї культури. Сорти та гібриди можуть істотно відрізнятися за реакцією на посуху, високі температури та дефіцит поживних речовин. Тому перспективним напрямом є визначення ознак, які можуть бути використані для добору генотипів із підвищеною стійкістю. До таких ознак належать стабільність водного потенціалу, збереження вмісту хлорофілу, ефективність фотосинтезу.

Застосування комплексу фізіологічних і морфометричних показників дає змогу сформувати цілісне уявлення про потенціал сільськогосподарських культур за змінних умов середовища. Важливо враховувати не один окремий показник, а сукупність ознак, оскільки стійкість рослин є результатом взаємодії багатьох регуляторних механізмів. Саме комплексність ознак визначає здатність підтримувати життєві процеси за мінливого водного та температурного режимів.

У контексті продовольчої безпеки України особливо важливим є збереження стабільної продуктивності агроценозів за умов кліматичної

нестабільності. Саме збереження продуктивного потенціалу культур за умов кліматичних змін є одним із важливих напрямів забезпечення довгострокової продовольчої безпеки України.

Література

1. Harris S. A. (Ed.). The Nature, Causes, Effects and Mitigation of Climate Change on the Environment. London : IntechOpen, 2022. 432 p. DOI: https://doi.org/10.5772/intechopen.94777.

2. Іванюта С. П., Коломієць О. О., Малиновська О. А., Якушенко Л. М. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації : аналітична доповідь / за ред. С. П. Іванюти. Київ : НІСД, 2020. 110 с. URL: https://niss.gov.ua/sites/default/files/2020-10/dop-climate-final-5_sait.pdf.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ НА БУРЯКУ СТОЛОВОМУ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Нікончук Н. В., к. с.-г. н., доцент
Самойленко М. О., д. с.-г н., професор
Миколаївський національний аграрний університет
м. Миколаїв, Україна

Сучасні технології вирощування столового буряка потребують удосконалення агротехнічних заходів з урахуванням необхідності одночасного підвищення продуктивності рослин і формування високої товарної та біологічної якості коренеплодів. Важливу роль у цьому процесі відіграє оптимізація умов живлення та стимулювання мікробіологічної активності в ризосфері. Саме тому застосування сучасних технологій вирощування у поєднанні з препаратами бактеріального походження забезпечує більш повну реалізацію біологічного потенціалу культури [1]. Одним із перспективних напрямів оптимізації технологічного процесу є інтеграція біологічних засобів у систему живлення та регуляції ростових процесів рослин. Застосування препаратів на основі корисних мікроорганізмів, біологічно активних речовин і природних регуляторів росту створює передумови для активізації фізіолого-біохімічних процесів, поліпшення засвоєння елементів мінерального живлення та підвищення адаптивного потенціалу культури [2].

Враховуючи вище зазначене, метою досліджень було встановити ефективність застосування біологічних препаратів за вирощування буряку столового сорту Дій в умовах Південного Степу України.

Методика досліджень. Дослідження впливу комплексу біологічних препаратів компанії BTU – центр за вирощування буряку столового сорту Дій проводили упродовж 2025–2026 рр. в умовах дослідного поля навчально-науково-практичного центру Миколаївського НАУ відповідно до

загальноприйнятих методик. Ґрунт дослідного поля – чорнозем південний залишково слабосолонцюватий. Загальна площа дослідної ділянки 20 м^2, облікової 15 м^2. Повторність досліду 4-разова, розташування ділянок систематичне. Висівали буряк столовий за схемою 45×10 см у III декаді квітня. Перед посівом буряка столового вносили Граундфікс+ Екостерн+ Триходерма. За появи 2–5 справжніх листків рослини обприскували робочим розчином (Азотохелп+HelpRost+Органік Баланс). Наступні обробки проводили через кожні 14 днів, додаючи до робочого розчину біофунгіциди Фітоцид і Мікохелп та біоінсектицид Актоверм.

Результати досліджень. Результати проведених біометричних досліджень динаміки росту та розвитку рослин столового буряка сорту Дій свідчать про залежність їхніх морфометричних параметрів від застосування біологічних препаратів. Одним із найбільш інформативних показників оцінювання ростової активності рослин є їхня кількість листків у розетці та висота, яка характеризує інтенсивність формування вегетативної маси та дає змогу простежити реакцію культури на використання досліджуваних біопрепаратів [3]. Кількість листків у розетці в фазі наростання коренеплоду у варіантах за обробки біопрепаратами збільшувалася в середньому на 1,3 шт. порівняно з контрольним варіантом (обробка водою), що не було суттєвим (табл. 1).

Таблиця 1

Біометричні показники рослин буряка столового в фазі наростання коренеплоду залежно від обробки біопрепаратами (середнє на 2025-2026 рр.)

Варіанти досліду	Кількість листків у розетці, шт.	Загальна довжина листків, см	Площа листків тис м^2/га	Сира надземна маса, г/рослину	Суха надземна маса, %
Без внесення біопрепаратів (контроль)	7,3	17,5	34,2	18,45	13,9
Комплексне внесення біопрепаратів	8,6	19,8	36,6	21,36	18,6

Більший вплив біопрепарати здійснювали на довжину листків. Комплексне внесення біопрепаратів збільшувало загальну довжину листків, що у середньому на 2,3 см перевищувало досліджуваний показник на контролі.

Важливим критерієм оцінювання інтенсивності росту та продукційного потенціалу овочевих культур є формування листкової поверхні, зокрема її загальна площа в розрахунку на одиницю площі посіву. Цей показник характеризує рівень розвитку асиміляційного апарату рослин і значною мірою визначає ефективність перебігу фотосинтетичних процесів у посівах буряка столового. Проведені дослідження засвідчили, що застосування біологічних препаратів впливало на формування листкової поверхні рослин столового

буряка сорту Дій. Загальна площа листкової поверхні в цьому варіанті становила 36,6 тис. м^2/га, що свідчить про активніше формування асиміляційного апарату рослин порівняно з контрольним варіантом, у якому цей показник склав 34,2 тис. м^2/га.

Застосування комплексу біологічних препаратів компанії BTU – центр за вирощування буряку столового впливала на накопичення сирої надземної маси на рослину. В варіанті з внесенням біологічних препаратів сира надземна маса була на рівні 21,36 г/рослину, що в середньому на 2,85 г/рослину, або 15,4% перевищувало аналогічний показник з контрольного варіанту.

Відповідно до збільшення сирої вегетативної маси зростала і суха надземна маса рослин буряка столового у варіанті з внесенням біологічних препаратів і становила 18,6%, що більше контролю на 4,7%.

Внаслідок покращення умов вегетації рослин під дією біопрепаратів збільшувалася врожайність буряка столового порівняно з контрольним варіантом (обробка водою) (табл. 2).

Таблиця 2

Урожайність буряка столового сорту Дій залежно від застосування біопрепаратів, т/га

Варіанти досліду	2025 р.	2026 р.	середнє	±до контролю	%
Без внесення біопрепаратів (контроль)	32,4	36,2	34,3	-	-
Комплексне внесення біопрепаратів	37,2	39,6	38,4	+4,1	11,9
$НІР_{05}$	0,6	1,4			

Врожайність буряка столового коливалася за роками досліджень, від 32,4 т/га до 40,6 т/га. Метеорологічні умови 2026 року були більш сприятливими для коренеплідних культур порівняно з попереднім. Застосування біологічних препаратів у 2025 році сприяло підвищенню стійкості рослин до несприятливих умов середовища, що виявилось у збільшені врожаю коренеплодів на 4,8 т/га. У більш сприятливому для вегетації рослин буряку столового 2026 році прибавка врожаю виявилася не такою суттєвою – 3,4 т/га У середньому, за два роки досліджень, у варіанті з внесенням біологічних препаратів врожайність коренеплодів буряка столового становила 38,4 т/га, що на 4,1 т/га, або 11,9% більше контролю.

Висновки. Внесення комплексу біологічних препаратів за вирощування буряка столового позитивно впливало на біометричні показники рослини. У середньому за два роки досліджень, кількість листків у розетці збільшувалася до 19,8 шт./рослину, що на 1,3 шт./рослині більше контролю, довжина листків до 19,8 см, на 2,3 см довше за аналогічний показник із контрольного варіанта. Під

дією препаратів загальна площа листкової поверхні забільшилася до 36,6 тис. м^2/га, що на 2,4 тис м^2/га перевищило контроль. У варіанті з внесенням біологічних препаратів врожайність коренеплодів буряка столового становила 38,4 т/га, що на 4,1 т/га, або 11,9% більше контролю.

Таким чином, в умовах Південного Степу України при вирощувані буряка столового для одержання екологічно безпечного врожаю коренеплодів на рівні 38,4 т/га слід застосовувати комплекс біологічних препаратів компанії BTU – центр у рекомендованих дозах.

Література

1. Панцирева Г. В., Піхоцький В. А. Якісні показники коренеплодів столового буряка за комплексного застосування біопрепаратів. *Аграрні інновації*. 2025. № 33. С. 222–227. DOI: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.33.37.

2. Вдовенко С. А. Вирощування буряка столового за різних технологій в умовах Правобережного Лісостепу України. *Овочівництво і баштанництво*. 2019. Вип. 65. С. 23–31.

3. Уляніч О. І., Вдовенко С. А., Балабак О. А., Яценко В. В., Чміль М. М. Ріст, розвиток та урожайність сортів буряку столового за дії біопрепаратів. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2021. Вип. 98, ч. 1. С. 92–104. DOI: https://doi.org/10.31395/2415-8240-2021-98-1-92-104.

СОРТОВІ ОСОБЛИВОСТІ ТА АДАПТИВНА ЗДАТНІСТЬ РОСЛИН КВАСОЛІ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ

Овчарук О. В., д. с.-г. н, професор
Овчарук В. І., д. с.-г. н, професор
Овчарук К. О., здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
Сенишен К. С., здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
Тимчук А. А., здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
Солтис Б. Б., здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
ЗВО «Подільський державний університет»
м. Кам'янець-Подільський, Україна

Вирощування і споживання квасолі в Україні набуває значного поширення. Для ефективного використання біологічного потенціалу сортів квасолі і ґрунтово-кліматичних умов важливе значення має розробка та впровадження у виробництво адаптивних сортових технологій вирощування.

Тому, лише всебічне вивчення продуційного процесу квасолі забезпечить досягнення високих показників продуктивності, збільшення виробництва зерна. Важливу роль у формуванні продуктивності бобових культур є технологічні

заходи. Але на відмінну від технологічних заходів, роль сорту, як одного із найбільш доступних і ефективних засобів виробництва, постійно зростає.

Морфогенез, інтенсифікація ростових процесів та швидкість онтогенетичного розвитку квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris L.*) детермінуються системним комбінованим впливом екологічних, едафічних та біотичних чинників довкілля. Проте домінантна роль у процесах формування високої продуктивності культури та оптимізації структури агрофітоценозу належить генетичному потенціалу сорту та архітектурі елементів технології вирощування.

Сучасна вітчизняна селекційна школа пропонує агровиробникам спектр інноваційних штамбових (детермінантних) сортів квасолі, які поєднують у собі високу зернову продуктивність, стійкість до вилягання та відмінні якісні й технологічні параметри насіння. Еволюція вітчизняних сортових ресурсів чітко простежується на прикладі Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, який у досліджуваний період містив 16 профільних сортів зернового напряму використання від 9 установ-оригінаторів, де переважна більшість (15 генотипів) належала саме до наукових розробок українських інституцій.

Основними оригінаторами вітчизняного генофонду квасолі виступали провідні науково-дослідні установи: Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН (сорти Веселка, Отрада – спільно з Устимівською дослідною станцією); Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва (сорт Докучаєвська); Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка (сорт Первомайська); Інститут землеробства НААН (сорти Перлина, Мавка, Щедра, Панна); Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція НААН (сорти Буковинка, Надія, Ясочка, Ната); Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН (сорти Славія, Галактика); а також Красноградська дослідна станція НААН (сорт Несподіванка).

На теперішній час у нашій країни селекцією квасолі займаються Інститут землеробства НААН, Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН, Буковинська ДСГДС НААН, ДУ Інститут зернових культур НААН, Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН

Одним із домінантних лімітуючих чинників, що визначають архітектоніку та рентабельність промислового вирощування квасолі звичайної, є рівень адаптованості конкретного генотипу до повністю механізованого збирання врожаю. Системний ретроспективний аналіз результатів багаторічних досліджень (1994–2025 рр.) дозволяє стверджувати, що придатність сортів квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris L.*) до механізованого збирання інтегрує два базові компоненти: архітектонічну придатність біомаси до прямого комбайнування та стійкість насіннєвого матеріалу до механічного пошкодження під час обмолоту (розтріскування).

Комплекс морфо-біологічних ознак, які детермінують придатність рослин до безпосереднього комбайнування, охоплює такі критерії: габітус та

архітектоніка рослини (перевага надається суворо кущовим формам або кущовим генотипам із виткою верхівкою); висота закладання нижнього ярусу бобів (критичний поріг для мінімізації втрат за зрізу жатки становить понад 10 см); рівень стійкості до вилягання посіву та розтріскування бобів (експертна оцінка на рівні не менше 7 балів); синхронність (дружність) дозрівання (тривалість фінальної фази онтогенезу не повинна перевищувати 7 діб).

У свою чергу, технологічна стійкість урожаю до механізованого обмолоту лімітується ступенем макро- та мікротравмування насіння робочими органами молотильного апарату. Цей критерій безпосередньо забезпечується фізико-морфологічними параметрами насіннєвого матеріалу, зокрема його дрібною або середньою крупністю (маса 1000 насінин не повинна перевищувати 400 г), а також критичним рівнем ступеня кавітації.

Фундаментальною архітектонічною та господарсько-цінною характеристикою генотипу квасолі звичайної виступає габітус рослини та тип її куща. У межах світового генофонду та існуючих колекційних зразків *Phaseolus vulgaris* L. за цією ознакою виділяють таку морфологічну диференціацію: суворо кущові (детермінантні) форми – низькорослі, з ортотропним, прямостоячим, невитким стеблом; кущові форми з виткою (нутуючою) верхівкою; напіввиткі (слабовиткі) форми; високовиткі (індетермінантні) форми – відзначаються плагіотропним, вилягаючим стеблом і для повноцінного онтогенезу потребують штучних або природних опор.

Морфологічна ідентифікація та систематизація насіннєвого матеріалу в межах культури базується на формі насінини, відповідно до чого виділяють чотири базові різновидності (варієтети): *var. sphaericus (Savi) Comes* (сферичний тип) – насіння правильної кулястої або округлої форми; *var. ellipticus (Mart) Comes* (еліптичний тип) – насіння еліпсоподібної або яйцеподібної форми; *var. oblongus (Savi) Come*s (подовжений тип) – насіння валькуватої або циліндричної форми; *var. compressus (DC) Comes* (стиснутий тип) – насіння вираженої плоскої, ниркоподібної конфігурації.

За критерієм крупності та лінійно-вагових параметрів насіннєвого матеріалу (маса 100 насінин) існуючий колекційний фонд розділяють на три ключові категорії: дрібнонасінні – з масою 1000 насінин до 200 г; середньонасінні – у діапазоні 201–400 г; крупнонасінні – понад 400 г.

Таким чином, цілеспрямований підбір сортових ресурсів, компіляція їхніх архітектонічних, ботанічних та морфо-біологічних характеристик є фундаментальним складником сучасних адаптивних агротехнологій, який безпосередньо лімітує економічну ефективність та технологічність виробництва квасолі звичайної.

Короткий опис сортів сучасної вітчизняної селекції [4].

Ассоль (анг. Assol'). Рік реєстрації 2018. Урожайність зерна – 2,7 т/га. Висота прикріплення нижнього бобу – 13 см, висота рослин – 54 см, тривалість вегетації рослин – 105 діб. Вміст в насінні білка – 21,2%, крохмалю – 40,2%. Рекомендована зона вирощування: Лісостеп, Полісся. Власник: ННЦ Інститут землеробства НААН України.

Рось (анг. Ros'). Рік реєстрації 2018. Урожайність зерна (за стандартної вологості 14%) – 2,8 т/га; висота прикріплення нижнього бобу – 19 см; висота рослин – 50 см; тривалість вегетації рослин – 90 діб. Рекомендована зона вирощування: Лісостеп. Власник: Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН України.

Білосніжка (анг. Bilosnizhka). Рік реєстрації 2019. Урожайність зерна – 2,1 т/га. Висота прикріплення нижнього бобу – 19 см, в тривалість вегетації рослин – 91 діб. Рекомендована зона вирощування: Степ, Лісостеп, Полісся. Власник: Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України.

Журавка (анг. Zhuravka). Рік реєстрації 2020. Урожайність насіння (за стандартної вологості 14%), т/га – 3,25. Висота прикріплення нижнього бобу, см – 16. Тривалість періоду вегетації, діб – 86. Кількість бобів на рослині, шт. – 25. Вміст білка, % – 27. Стійкість бобів до розтріскування, бал (1–9) – 7. Дружність достигання, бал (1–9) – 8. Маса 1000 насінин, г – 198. Рекомендована зона вирощування: Степ, Лісостеп. Власник: ДУ Інститут зернових культур НААН України.

Онікс (анг. Oniks). Рік реєстрації 2020. Урожайність насіння (за стандартної вологості 14%), т/га – 2,5. Висота прикріплення нижнього бобу, см – 15. Тривалість періоду вегетації, діб – 87. Кількість бобів на рослині, шт. – 27. Вміст білка, % – 31. Стійкість бобів до розтріскування, бал (1–9) – 1. Дружність достигання, бал (1–9) – 1. Маса 1000 насінин, г – 155. Рекомендована зона вирощування: Лісостеп, Полісся. Власник: Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН України.

Горлиця (анг. Horlytsia). Рік реєстрації 2023. Урожайність насіння (за стандартної вологості 14%), т/га – 2,35. Висота прикріплення нижнього бобу, см – 17. Тривалість періоду вегетації, діб – 88. Кількість бобів на рослині, шт. – 28. Вміст білка, % – 27. Стійкість бобів до роз-тріскування, бал (1–9) – 7. Дружність достигання, бал (1–9) – 8. Маса 1000 насінин, г – 198. Рекомендована зона вирощування: Степ, Лісостеп. Власник: ДУ Інститут зернових культур НААН України.

Арія (анг. Ariia). Рік реєстрації 2023. Урожайність насіння (за стандартної вологості 14%), т/га – 2,5. Висота прикріплення нижнього бобу, см – 13. Тривалість періоду вегетації, діб – 85. Кількість бобів на рослині, шт. – 9. Вміст білка, % – 25,6. Стійкість бобів до розтріскування, бал (1–9) – 9. Дружність достигання, бал (1–9) – 8. Маса 1000 насінин, г – 287. Рекомендована зона вирощування: Степ, Лісостеп. Власник: Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН України.

Елеганс (анг. Elehans). Рік реєстрації 2023. Урожайність насіння , т/га – 2,7. Висота прикріплення нижнього бобу, см – 14. Тривалість періоду вегетації, діб – 86. Кількість бобів на рослині, шт. – 17. Вміст білка, % – 23,4. Стійкість бобів до розтріскування, бал (1–9) – 9. Дружність достигання, бал (1–9) – 8. Маса 1000 насінин, г – 300. Рекомендована зона вирощування: Степ, Лісостеп. Власник: Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН України.

Наталка (анг. Natalka). Рік реєстрації 2023. Урожайність насіння (за стандартної вологості 14%), т/га – 2,7. Висота прикріплення нижнього бобу, см – 14. Тривалість періоду вегетації, діб – 93. Кількість бобів на рослині, шт. – 5. Вміст білка, % – 20,8. Стійкість бобів до розтріскування, бал (1–9) – 8. Дружність достигання, бал (1–9) – 8. Маса 1000 насінин, г – 420. Рекомендована зона вирощування: Степ, Лісостеп, Полісся. Власник: ННЦ Інститут землеробства НААН України.

Фрея (анг. Freia). Рік реєстрації 2023. Урожайність насіння (за стандартної вологості 14%), т/га – 2,7. Висота прикріплення нижнього бобу, см – 15. Тривалість періоду вегетації, діб – 95. Кількість бобів на рослині, шт. – 14. Вміст білка, % – 25. Стійкість бобів до розтріскування, бал (1–9) – 9. Дружність достигання, бал (1–9) – 8. Маса 1000 насінин, г – 280. Рекомендована зона вирощування: Степ, Лісостеп. Власник: Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН України.

Отже, для поширення квасолі звичайної та збільшення посівних площ в Україні необхідно проводити впровадження у виробництво нових сортів та адаптованих сортових технологій з врахуванням ґрунтово-кліматичних особливостей регіону.

Вегетаційний період квасолі варіюється від 75 до 130 днів, залежно від сорту та групи стиглості. Ранньостиглі сорти дозрівають за 75–85 днів, середньостиглі – за 85–97 днів, а пізньостиглі потребують 100–120 днів і більше. Тривалість вегетації залежить від кліматичних умов, температури ґрунту та інших факторів, які впливають на ріст і розвиток рослини.

Цвітіння квасолі відбувається приблизно через місяць-два після посіву, зазвичай у червні-липні. Рослина самозапильна, кожна квітка цвіте 2–3 доби, а весь період цвітіння триває близько 20–25 днів (Рис .1).



Рис. 1. Агроценози сортів квасолі у фазу цвітіння ВВСН 65–67

Результати проведених досліджень показали що сорти різнилися за врожайністю та елементами продуктивності. Так, продуктивність сорту

Буковинка становила 2,73 т/га. Сорти Галактика та Славія з урожайністю – 2,29 та 2,31 т/га, відповідно та суттєво поступалися сорту Буковинка. Сорти Наталка та Асоль становили 2,75 та 2,61 т/га.

В умовах досліджень найбільш продуктивним виявився сорт Наталка з урожайністю зерна 2,75 т/га, що перевищила сорт Галактика на 0,46 т/га. Високопродуктивними також були сорти Буковинка та Рось з урожайністю зерна 2,73 та 2,67 т/га відповідно. Менш продуктивними сорти Галактика та Славія.

Література

1. Овчарук О. В. Перспективи вирощування квасолі в Україні. *Сучасні агротехнології: тенденції та інновації* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Вінниця, 17–18 листопада 2015 р.). Вінниця, 2015. С. 282–284.
2. Мазур О. В., Колісник О. М., Телекало Н. В. Генотипні відмінності сортозразків квасолі звичайної за технологічністю. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. № 7. Т. 2. С. 33–39.
3. Оліфірович С. Й., Оліфірович В. О. Урожайність вітчизняних сортів квасолі звичайної (зернової) в умовах південної частини Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 68 (I). С. 162–175. DOI: https://doi.org/10.32636/01308521.2020-(68)-1-12.
4. Овчарук О. В. Агроекологічна характеристика сортів квасолі звичайної та їх продуктивність в умовах Західного Лісостепу. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва.* 2014. Вип. 85, ч. 1. С. 92–97.

СОРТОВІ ОСОБЛИВОСТІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Олійник О. В., аспірант
Науковий керівник: **Федорчук М. І.**, д. с.-г. н., професор
Миколаївський національний аграрний університет
м. Миколаїв, Україна

Сортові особливості пшениці озимої визначають характер росту й розвитку рослин, їхню реакцію на вологозабезпечення, температурний режим і мінеральне живлення. Для Південного Степу України значення має поєднання продуктивності з посухо- та жаростійкістю, здатністю до перезимівлі й формування якісного зерна. Високий потенціал урожайності реалізується лише за відповідності біологічних властивостей сорту умовам поля та технології вирощування.

Мета роботи – узагальнити морфобіологічні та господарсько цінні особливості сортів пшениці озимої для ресурсозберігаючого вирощування в Південному Степу України. Розглянуто сорти Куяльник, Благодарка одеська, Ліра одеська, Журавка одеська, Щедрість одеська та Мудрість одеська [1, 2].

Морфологічні відмінності сортів проявляються у висоті рослин, продуктивному кущенні, будові колосу та крупності зерна. Кількість продуктивних стебел, число зерен у колосі й маса зернівки формують структуру врожаю. За дефіциту вологи надмірна густота посіву посилює конкуренцію та може погіршувати виповненість зерна. Отже, оцінювати сорт необхідно за сукупністю елементів продуктивності.

Куяльник та Журавка одеська належать до середньорослих середньоранніх сортів, Благодарка одеська – до середньорослих середньостиглих. Ліра одеська та Мудрість одеська характеризуються як низькорослі середньоранні, а Щедрість одеська – як напівкарликовий середньоранній сорт [1]. Ці відмінності важливі для розміщення сортів на полях із різним агрофоном та планування строків збирання. Нижча висота рослин може зменшувати ризик вилягання, проте його фактичний прояв залежить також від міцності стебла, густоти посіву й азотного живлення.

Окремою сортовою ознакою є реакція на підвищення агрофону. Благодарку одеську віднесено до високоінтенсивного типу універсального використання; для Ліри одеської зазначено позитивну реакцію на підвищене азотне живлення. Журавку одеську характеризують як сорт універсального типу, а для Щедрості одеської відзначено комплексну стійкість до фітозахворювань [1]. Наведені характеристики визначають напрями технологічного добору, але не встановлюють універсальної переваги одного сорту над іншими.

Скоростиглість має адаптивне значення, оскільки впливає на календарні строки цвітіння та наливу зерна. За раннього настання літньої посухи швидший розвиток може зменшувати тривалість впливу високих температур на формування зернівки. Водночас скорочення вегетації не гарантує підвищення врожаю за будь-яких умов. Доцільно поєднувати сорти з різними строками достигання та характером реакції на погодні чинники, зменшуючи ризик одночасного пошкодження всіх посівів.

У Кіровоградській області впродовж 2023–2025 рр. урожайність сорту Мудрість одеська становила 9,35–10,24 т/га, Щедрість одеська – 8,47–9,04 т/га [2]. Наведені показники характеризують реалізацію продуктивного потенціалу сортів в умовах Північного Степу. Для їх вирощування у Південному Степу необхідно враховувати відмінності вологозабезпечення й температурного режиму, а добір проводити за результатами багаторічного порівняння на однаковому агротехнічному фоні.

Посухостійкість є комплексною властивістю, пов’язаною з розвитком коренів, регуляцією водообміну та збереженням репродуктивних органів. Восковий наліт сам по собі не визначає стійкості сорту. Зимостійкість охоплює реакцію на сукупність несприятливих умов зимового періоду, тому її не слід ототожнювати лише з морозостійкістю.

Сортові відмінності впливають і на якість продукції. Антонівку, Благодарку одеську, Ліру одеську, Журавку одеську та Мудрість одеську віднесено до сильних пшениць, Щедрість одеську – до цінних [1]. Практичну оцінку необхідно доповнювати визначенням білка, кількості та якості

клейковини й хлібопекарських властивостей зерна конкретного врожаю. Сортова належність не усуває впливу погоди, живлення та строків збирання на технологічну якість.

За ресурсозберігаючої технології сортовий добір узгоджують із запасами вологи, попередником, строками сівби та родючістю ґрунту. Реакцію на добрива оцінюють через додатковий урожай і його окупність, а стійкість до хвороб – за фітосанітарними обстеженнями. Скорочення обробітку ґрунту потребує перевірки продуктивності сортів у відповідній технологічній системі [3, 4].

Отже, господарська цінність сорту визначається його взаємодією з умовами вирощування. Для Південного Степу пріоритетним є добір взаємодоповнювальних сортів за стиглістю, адаптивністю, стійкістю до вилягання й хвороб, реакцією на живлення та якістю зерна. Це створює передумови для стабілізації врожайності й раціонального використання ресурсів.

Література

1. Каталог сортів зернових та зернобобових культур, представлених на демонстраційному полігоні Миколаївського національного аграрного університету у 2021 році / Міністерство освіти і науки України; Миколаївський національний аграрний університет. Миколаїв : МНАУ, 2021. 224 с. URL: https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/9647.

2. Бараболя О. В., Яновський Р. О. Врожайність сучасних сортів пшениці м’якої озимої в умовах Кіровоградської області. *Аграрні інновації.* 2023. № 21. С. 12–21. DOI: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.21.2.

3. Коновалова В. М., Тищенко А. В., Базалій Г. Г., Фундират К. С., Тищенко О. Д., Резниченко Н. Д., Коновалов В. О., Боровик В. О. Аналіз сортів озимої пшениці на посухостійкість в умовах Степу України (Ч. 2 — посушливі роки). *Аграрні інновації*. 2023. № 20. С. 82–92. DOI: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.20.13.

4. Ващенко В. В., Вискуб Р. С., Вінюков О. О., Бондарева О. Б. Екологічна пластичність сортів пшениці озимої різного походження за урожайністю. *Innovative Development of Science, Technology and Education* : proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference (Vancouver, Canada, October 19–21, 2023). Vancouver : Perfect Publishing, 2023. P. 13–17.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОСТИМУЛЯТОРІВ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО ЗА ЗМІНИ КЛІМАТУ

Ороховський А. О., здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти
Овчарук О. В., д. с.-г. н, професор
Овчарук К. О., здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
Скиба Г. О., здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
Слишинський Р. О., здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
ЗВО «Подільський державний університет»
м. Кам'янець-Подільський, Україна

Значення сої (*Glycine max (L.) Merr*.) у структурі світового агровиробництва визначається її багатовекторним використанням як незамінного компонента продовольчого, кормового та біоенергетичного секторів. Сучасний селекційний прогрес уможливив досягнення максимальних лімітів індивідуальної продуктивності культури на рівні 14,68 т/га, тоді як середньостатистичні глобальні збори зерна тривалий час лімітуються діапазоном 2,77–2,79 т/га.

Наявність цього деструктивного розриву (yield gap) призводить до втрати майже 44% потенційного валового збору, що в умовах дестабілізації кліматичної системи безпосередньо детермінує ризики для світової продовольчої безпеки.

Контекст прогнозного зростання глобального попиту на харчові калорії на 46,8% до 2050 року вимагає переорієнтації селекційних програм у напрямі створення кліматично резистентних генотипів із низьким рівнем деструктивного антропогенного впливу на біосферу.

Стратегічні завдання, що стоять перед дослідниками до 2050 року, охоплюють подолання стабілізації врожайності, еволюційного тиску з боку нових рас фітопатогенів і фітофагів, а також оптимізацію нутрієнтного балансу рослин. Процес адаптації цієї бобової культури має тривалий історичний генезис: від перших етапів сортового опису за часів китайської династії Цін до масштабного трансконтинентального обміну генетичними ресурсами у XIX столітті. Наступні фундаментальні відкриття в галузі біохімії та азотфіксації сформували підґрунтя для розробки сучасних високотехнологічних систем управління посівами.

Проте на сучасному етапі домінує проблема невідповідності між високим біологічним потенціалом нових сортів та традиційним характером існуючих агротехнологій. Більшість базових технологічних схем орієнтовані на статичні середньобагаторічні кліматичні норми і не містять механізмів оперативної компенсації погодних аномалій поточного вегетаційного періоду. Внаслідок цього чинні рекомендації не здатні забезпечити належний рівень стресостійкості агрофітоценозів, зумовлюють падіння рентабельності виробництва через перевитрату матеріальних ресурсів та спричиняють екологічні ризики для довкілля.

Ситуація ускладнюється вираженою просторовою та екологічною диференціацією сучасного асортименту сортів сої. Більшість комерційних генотипів відзначаються вузьким ареалом адаптивності та суттєво варіюють за своїми морфо-біологічними вимогами до фотоперіоду, температурного режиму та едафічних умов конкретної географічної зони, що зумовлює потребу в розробці індивідуалізованих, сортоспецифічних технологічних рішень.

Сорти, адаптовані для різних грунтово-кліматичних зон, суттєво відрізняються один від одного за вимогами до факторів зовнішнього середовища та господарсько-цінними показниками.

Реалізація генетичного потенціалу сучасних сортів сої інтенсивного типу перебуває у прямій детермінаційній залежності від гідротермічних умов навколишнього середовища та рівня екологічної пластичності самих рослин. Сучасні тенденції глобальних та регіональних кліматичних трансформацій актуалізують завдання не лише з селекції інноваційних генотипів, а й з адаптивної модернізації технологічних схем їх вирощування в частині оптимізації мінерального живлення та превентивного інтегрованого захисту посівів. Системна дія таких абіотичних стресорів, як пролонговані ґрунтово-повітряні посухи, суховії та критичні температурні інверсії, виступає головним лімітуючим чинником, що перешкоджає досягненню біологічного максимуму продуктивності. Це зумовлює наукову потребу в поєднанні високої потенційної врожайності генотипів із вираженою стійкістю до несприятливих факторів довкілля.

У контексті стратегічного розвитку вітчизняного ринку сої та продуктів її переробки, посилення ролі культури в процесах біологізації землеробства, оптимізації азотного балансу едафотопу та гарантування продовольчої безпеки держави, нарощування адаптивного потенціалу соєвих агроценозів потребує фундаментального обґрунтування та розробки диференційованих зональних технологій. Ключова увага при цьому має приділятися інтенсифікації взаємозв'язаних процесів симбіотичної азотфіксації та фотосинтетичної діяльності, які є базисними фізіологічними чинниками формування високих показників оптико-структурної продуктивності та якості насіння.

Потенціал посівних площ сої в Україні становить понад 1,5 млн. га, що забезпечить валовий збір більше 3 млн. т зерна. Це сприятиме забезпеченню сівозмін біологічним азотом, тваринництво отримає повноцінні корми, а переробна галузь – якісний білок. Щоб мати постійний запас цієї важливої культури потрібно вводити державне замовлення на вирощування сої та й інших культур [1].

Сучасні досягнення в галузі генетики, селекції та молекулярної біотехнології уможливили створення інноваційного сортового асортименту сої з високим генетичним лімітом зернової продуктивності. Провідні комерційні генотипи характеризуються поєднанням високих адаптивних властивостей, стійкості до фітопатогенного та ентомологічного пресингу, а також потенційною врожайністю на рівні 4,0–6,5 т/га. Окремим вагомим вектором селекційного прогресу стало виведення сортів із низьким вмістом або повною відсутністю

антипоживних речовин (зокрема інгібіторів трипсину Kunitz та Bowman-Birk), що суттєво підвищує технологічну та кормову цінність отриманої білкової сировини.

Аналіз чинного Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, свідчить, що заявлений біологічний потенціал більшості зареєстрованих сортів перевищує 3,5 т/га. Разом з тим фактична середня врожайність культури у виробничих умовах країни тривалий час стабілізувалася на рівні близько 2,0 т/га. Наявність цього суттєвого технологічного розриву (yield gap) актуалізує науково-практичне завдання щодо нарощування валових зборів зерна сої в Україні виключно за рахунок інтенсифікації середньої продуктивності посівів на основі раціонального, сортоспецифічного та зонально адаптованого використання генетичних ресурс

Трансформація сучасних систем землеробства супроводжується інтенсифікацією попиту на біологізовані засоби живлення та біологічно активні сполуки, серед яких регулятори росту рослин позиціонуються як екологічно імперативна альтернатива класичним синтетичним агрохімікатам. Зважаючи на домінантний статус сої (*Glycine max* (L.) Merr.) у структурі світового виробництва продовольчої та кормової сировини, комплексне вивчення механізмів впливу ендогенних та екзогенних стимуляторів на її врожайність, якісні параметри насіння та загальний гомеостаз рослинного організму набуває особливої ваги, що безпосередньо зумовлено прогресуючою аридністю клімату в Україні (Amoanimaa-Dede et al., 2022). У межах цього підрозділу систематизовано експериментальні та теоретичні відомості щодо фізіологічних закономірностей дії різногрупових стимуляторів росту на бобові культури, проаналізовано їхню роль у моделюванні архітектоніки врожаю та визначено потенційні вектори їх інтеграції в сучасні сортові технології.

З метою мінімізації деструктивного впливу абіотичного пресингу – зокрема, тривалого дефіциту вологи, гіпертермії та осмотичного стресу в едафотопі – стратегічного значення набуває залучення біостимуляторів природного генезису. Окрему увагу дослідників привертають фітоекстракти морських макрофітів, вільні амінокислоти та консорціуми корисних мікроорганізмів. Зазначені субстрати виступають потужними еліситорами, які ініціюють каскад адаптивних фізіолого-біохімічних реакцій, оптимізують параметри транспірації та устьочної провідності, активують ендогенну антиоксидантну систему захисту рослин (зокрема, ферменти супероксиддисмутазу та каталазу) і суттєво підвищують нутрієнтну ефективність засвоєння елементів мінерального живлення (Sankhala et al., 2024).

Узагальнюючи результати численних досліджень, можна зробити висновок, що застосування біологічно активних речовин, зокрема стимуляторів росту природного походження, є ефективним інструментом підвищення продуктивності сої. Такі речовини, як екстракти морських водоростей, амінокислоти, вітаміни, а також мікробні інокулянти, сприяють активізації фізіолого-біохімічних процесів, покращують використання води та елементів

живлення, підвищують стійкість рослин до абіотичних стресів, зокрема спеки, посухи та засолення ґрунтів.

Кліматичний режим кожного регіону формується як комплекс особливостей температури, вологості, опадів, вітру, які базуються на закономірностях розподілу радіаційного, теплового та водного балансів і впливу атмосферної циркуляції. Умови температурного режиму і рівня зволоженості Київської області характеризувалися істотними коливаннями температурного режиму і рівня зволоження, особливо за період активної вегетації сої. Щодо умов зволоження, які визначалися кількістю опадів та рівномірністю їх випадання у часі, то закономірність їх розподілу в умовах регіону за 2006–2020 рр. також мала суттєві відхилення порівняно із середньобагаторічними показниками. Умови весни (квітень – травень) у 27% років мали суттєве відхилення від середньобагаторічних показників, що викликано надмірним зволоженням. Таким чином, за вегетаційний період сої (квітень-вересень), частка місяців (48 місяці із 90), близьких за кількістю опадів та температурним режимом до середньобагаторічних даних, становить 53,3%, які суттєво відрізнялися від багаторічних (по 34 місяці) – 37,8%, з екстремальними умовами (по 8 місяців) – 8,9%. [2].

В зоні Степу України продуктивність сої обмежена зазвичай нестачею опадів та високими температурами, що обумовлює значні недобори врожаю. Виникає потреба більш детального вивчення ефективних елементів технології вирощування для реалізації генетичного потенціалу нових сортів сої в складних посушливих умовах північного Степу України. Важливим напрямом збільшення виробництва сої є застосування енергоощадних елементів технології із використанням рістрегулюючих речовин та добрив як ефективних елементів підживлення рослин. Під їх впливом підвищується стійкість до несприятливих погодних умов регіону, високих температур, нестачі опадів та збільшується врожайність культур. Фізіологічно активні речовини стимулюють процеси росту та посилюють метаболізм рослин. Дослідження ефективності дії стимуляторів росту в умовах Лісостепу України свідчить, що сумісне їх застосування з інокуляцією насіння сприяло збільшенню врожайності сої сорту Романтика на 4,5 ц/га, сорту Аннушка – на 2,1 ц/га порівняно з контролем. В результаті досліджень проведених в умовах Полтавської області встановлено, що використання стимулятора росту Емістим збільшує врожайність на 3,0–5,0 ц/га. На фоні інокуляції насіння прибавка врожаю була 6,0 ц/га. У різних сортів сої регулятори росту на фоні бактеріальних добрив сприяли збільшенню врожайно [4].

Результати дослідів, проведених у різних агрокліматичних умовах, підтверджують доцільність використання стимуляторів росту у поєднанні з інокуляцією, що дозволяє досягати стабільного підвищення врожайності, покращення якості зерна та зменшення потреби у традиційних агрохімікатах. Такий підхід відповідає сучасним вимогам сталого землеробства та забезпечує адаптивність сої до змін клімату.

Серед розмаїття біостимуляторів природного походження особливе місце належить вільним амінокислотам (L-амінокислотам). Вони діють як готові будівельні блоки для синтезу протеїнів, що дозволяє рослині заощаджувати енергію, яка за умов стресу витрачається на внутрішній азотний метаболізм. Фізіологічний механізм дії окремих амінокислот має чітко виражену функціональну спрямованість:

Пролін та глутамінова кислота виступають потужними осмопротекторами. Накопичуючись у цитоплазмі клітин, вони підтримують тургорний тиск під час тривалої посухи, запобігають дегідратації мембран та стабілізують структуру ферментів.

Гліцин та бетаїн оптимізують роботу устьочного апарату, регулюючи процеси транспірації та запобігаючи надмірним втратам вологи через листя (гіпертранспірації) за умов суховіїв.

Аргінін та аспарагінова кислота ініціюють каскад ендогенного синтезу фітогормонів, зокрема ауксинів, що стимулює мітотичний поділ клітин та інтенсифікує лінійний ріст кореневої системи.

Зважаючи на зазначені фізіолого-біохімічні закономірності, у межах нашого дослідження особливу наукову й практичну цінність мало вивчення дії високоефективних полікомпонентних біостимуляторів нового покоління, створених на основі сировини природного генезису, а саме препаратів Вуксал БІО Аскофол (WUXAL) та АЛЬГУМ ПЛЮС / ALHUM PLUS (Smart Grow) [3].

Препарат Вуксал БІО Аскофол базується на висококонцентрованому екстракті бурої водорості Ascophyllum nodosum, отриманому за м'яких умов екстракції, що гарантує збереження нативної структури біологічно активних речовин. Цей субстрат інтегрує природний гормональний комплекс (ауксини, цитокініни, гібереліни) з полісахаридами (альгінатами, ламінарином), які діють як еліситори сигнальних систем рослини. Позакореневе застосування цього стимулятора спрямоване на пролонгацію фотосинтетичної активності посівів сої та запуск генів захисної відповіді проти температурного шоку.

У свою чергу, препарат АЛЬГУМ ПЛЮС є збалансованим комплексом, який гармонійно поєднує екстракти морських макрофітів із концентрованими гуміновими та фульвокислотами, а також спектром вільних L-амінокислот. Таке поєднання забезпечує багатовекторний вплив на рослинний організм: гумінова складова оптимізує процеси дихання та поглинання елементів живлення, тоді як амінокислотний та водоростевий компоненти мобілізують антиоксидантний потенціал клітин.

За результатами наших досліджень, проведених впродовж 2023–2025 років, найвищі показники продуктивності сої сорту Ментор були за умов двократного застосування біостимуляторів Вуксал БІО Аскофол (WUXAL) та АЛЬГУМ ПЛЮС / ALHUM PLUS (Smart Grow). Зазначена схема обробки забезпечила оптимальний прояв адаптивного та продуктивного потенціалу сортів порівняно з іншими варіантами досліду.

Найвищі показники кількості зерен в бобі у сорту Ментор відмічені на варіанті– Вуксал БІО Аскофол застосованого в 2 міжвузля (ВВСН 14) та

бутонізацію (ВВСН 55) в кількості 1,0 л/га, які складали 2,7 шт., переважаючи контрольний варіант – без застосування біостимуляторів на 0,9 шт., та 0,1–0,5 шт. інші варіанти досліду. У сорту Сірелія кількість зерен в бобі від застосування біостимуляторів-антистресантів становила 2,2–2,4 шт., що преважало контроль на 0,2–0,4 шт, але в цілому поступалась сорту Ментор.

Біологічна урожайність сої залежно від застосування біостимуляторів-антистресантів Вуксал БІО Аскофол та Альгум Плюс суттєво переважала контрольний варіант у сорту Ментор, і знаходилась в межах 4,24–4,68 т/га, що на 0,41–0,85 т/га, порівняно з контролем – 3,83 т/га.

У сорту Сірелія показники були менші і знаходились на рівні 3,43 т/га на контролі, від застосування Вуксал БІО Аскофол – 3,72–4,50 т/га, та Альгум плюс – 3,58–4,02 т/га, тощо.

Застосування біостимулятора Вуксал БІО Аскофол в період ВВСН 14 та ВВСН 55 в кількості 1,0 л/га на варіанті сорту Ментор забезпечило найвищу врожайність 4,37 т/га. За роками досліджень відмічено, що найвищу урожайність отримали в 2025 році – від застосування Вуксал БІО Аскофол – 4,47–4,83 т/га, Альгум плюс – 4,25–4,51 т/га, на контролі – 4,08 т/га.

У сорту Сірелія урожайність була меншою за сорт Ментор. В середньому за 2023-2025 рр на варіанті без застосування біостимуляторів урожайність становила 3,27 т/га, що на 0,38 т/га менше. Показники за роками становили в 2025 р. – 3,71 т/га, в 2024 р. – 3,21, в 2023 р. – 2,89 т/га. Найвищу врожайність встановлено також від дворазового внесення Вуксал БІО Аскофол в період ВВСН 14 та ВВСН 55 в кількості 1,0 л/га з показником 4,21 т/га.

Порівняння рівня урожайності сої наведено на рис. 1.

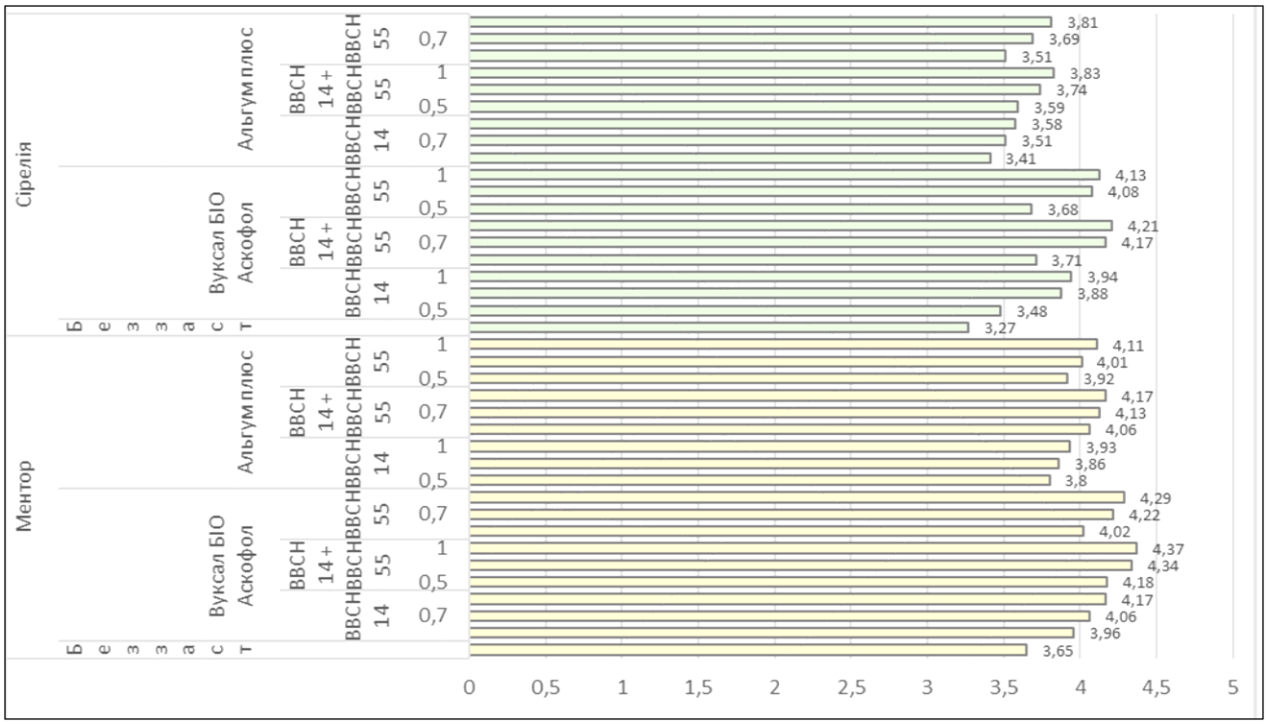


Рис. 1. Урожайність сортів сої Ментор і Сірелія залежно від строків та кратності застосування біостимуляторів-антистресантів, середнє за 2023-2025 рр. (т/га)

На варіанті без застосування біопрепаратів у сорту Ментор урожайність становила 3,65 т/га, а у сорту Сірелія – 3,27 т/га, що на 0,38 т/га менше. Найвищу врожайність 4,37 т/га одержано на варіанті сорту Ментор з дворазовим внесенням Вуксал БІО Аскофол в період ВВСН 14 та ВВСН 55 в кількості 1,0 л/га. На варіантах сорту Сірелія найвищу врожайність відмічено також від дворазового внесення Вуксал БІО Аскофол в період ВВСН 14 та ВВСН 55 в кількості 1,0 л/га з показником 4,21 т/га.

В умовах зміни клімату дослідження біостимуляторів-антистресантів залишається актуальним, а періоди їх внесення на сої мають суттєве практичне значення. Досвід вирощування сої в умовах кліматичного стресу, що часто спостерігається високими температурами повітря та ґрунту, а також зниженням запасів продуктивної вологи та відсутністю опадів підтверджує ефективність застосування таких речовин, зберігаючи екологічну рівновагу агроценозів.

Література

1. Bondarenko V., Havrylianchik R., Ovcharuk O., Pantsyreva H., Krusheknyckiy V., Tkach O., Niemec M. Features of the soybean photosynthetic productivity indicators formation depending on the foliar nutrition. *Ecology, Environment and Conservation*. 2022. Vol. 28, August Supplement Issue. P. S20–S26. DOI: https://doi.org/10.53550/EEC.2022.v28i04s.004.

2. Голодна А. В., Губенко Л. В., Любчич О. Г. Тенденції вирощування сої в Київській області в умовах змін клімату. *Challenges, Threats and Developments in Biology, Agriculture, Ecology, Geography, Geology and Chemistry* : conference proceedings. Riga : Baltija Publishing, 2021. С. 191–194. DOI: https://doi.org/10.30525/978-9934-26-111-4-45.

3. Овчарук О. В., Ороховський А. О., Овчарук К. О., Секрієру С., Скриник О. А. Вплив строків та норм внесення біостимуляторів-антистресантів на фотосинтетичну продуктивність сої в умовах Лісостепу Західного. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2026. № 1 (50). С. 156–163. DOI: https://doi.org/10.37406/2706-9052-2026-1-20.

4. Шепілова Т. П., Петренко Д. І., Лещенко С. М., Васильковська К. В., Андрейченко О. Г. Вплив стимуляторів росту на продуктивність сої в умовах Північного Степу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. Vol. 28, No. 1. P. 11–14. DOI: https://doi.org/10.31210/spi2025.28.01.02.

ВПЛИВ ЗМІНИ КЛІМАТИЧНИХ УМОВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР У ХМЕЛЬНИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ

Падалко Т. О., доктор філософії з агрономії, доцент
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
м. Кам'янець-Подільський, Україна

Посухостійкість є одним із факторів навколишнього середовища, який найбільше впливає на продуктивність сільського господарства в усьому світі. Оскільки частота та інтенсивність посух зростають через зміну клімату, розуміння та підвищення посухостійкості сільськогосподарських культур стає ще важливішим. Більшість сільськогосподарських культур, зокрема, овочевих, складаються переважно з води, що робить їх особливо вразливими до стресу, через нестачу вологи, який впливає на їхній ріст і розвиток, а дефіцит води на критичних стадіях росту призводить до значного зниження врожайності та якості сировини [3].

Дослідження показують, що клімат України вже зазнає змін впродовж останніх десятиліть, оскільки температура та деякі інші метеорологічні показники відрізняються від кліматичної норми. Згідно з результатами моделювання, на території України надалі очікується зростання температури повітря і зміна кількості річних опадів. Поєднання негативних наслідків урбанізації та зміни клімату, що спостерігається у великих містах, становить пряму загрозу для екологічної, економічної та соціальної стабільності як в усьому світі, так і в окремих країнах і областях.

Мета нашої роботи – аналіз відомих даних щодо кліматичних змін та їх впливу на сільськогосподарські рослини.

Матеріали та методи. Об'єктом нашої роботи є сільськогосподарські рослини та потенційно вразливі чи адаптовані до кліматичних умов види рослин.

Результати та їх обговорення. Ми проаналізували вплив кліматичних змін на Хмельницьку область до 2025 року, використовуючи прогнози зміни клімату [1]. Для цього розглянули архів даних метеорологічної станції Хмельницької області з 2021 по 2025 роки, зосередившись на середньорічних показниках температури та кількості опадів. На основі цієї інформації визначено тренди в зміні метеорологічних елементів до 2025 року.

Аналіз показує, що до 2025 року середньорічна температура на території області істотно не змінилася, хоча помітне її незначне зниження. Водночас, відмічається суттєве зменшення середньорічної кількості опадів. Однак, тенденція до значних коливань температури зберігається й посилюється, а кількість опадів може ще більше скоротитися. Зважаючи на ці дані, основними проявами кліматичних змін у Хмельницькій області до 2025 року, стануть: – короткочасні суттєві зміни температури повітря; – зміна структури та обсягу опадів (рис. 1).

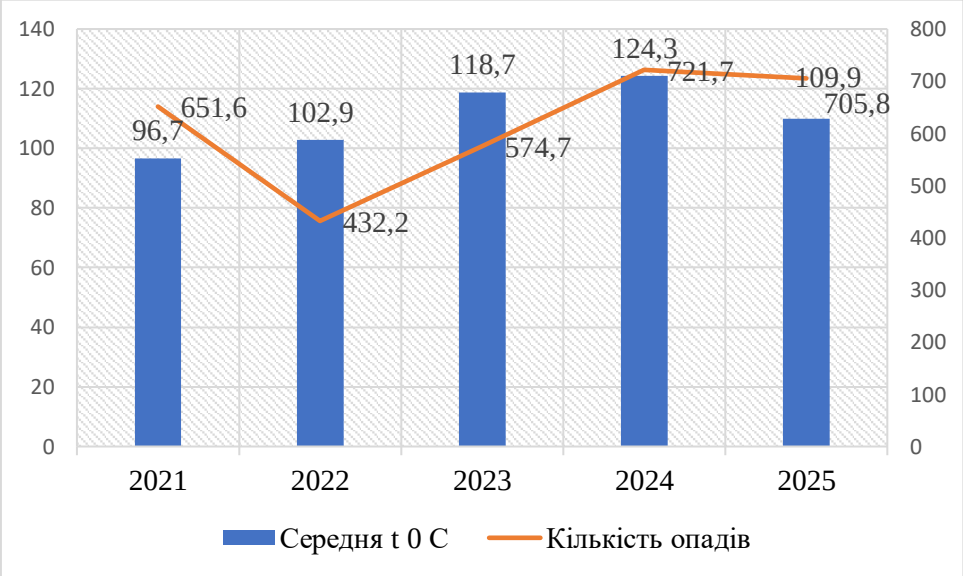


Рис. 1. Зміна структури та кількості опадів в Хмельницькій області (середнє 2021– 2025 рр.)

Лісостеп належить до винятково сприятливих для розвитку сільського господарства регіонів світу. Клімат у лісостеповій зоні помірно-континентальний, його континентальність збільшується у східному напрямку. Вегетаційний період триває 190 – 210 діб. Кількість опадів нерівномірна і зменшується з північного заходу на південний схід.

На сьогодні аграрний сектор України не демонструє високої вразливості до наслідків зміни клімату. Однак, зміна погодних умов разом з іншими негативними наслідками людської діяльності може спричинити розширення територій ризикового землеробства.

Початок нетипових змін у структурі зонального аграрного виробництва припадає на 2022 р., а його тригером стало повномасштабне військове вторгнення російської федерації на територію України. З 2023 р. найбільше скоротились посівні площі під кукурудзою (-598,8 тис. га), пшеницею (-409,1 тис. га), ячменем (-244,2 тис. га), картоплею (-46,9 тис га), зернобобовими культурами (-37,3 тис. га), овочами (-2,2 тис. га) та лікарськими рослинами (-7,4 тис. га) [2].

Зміна клімату, хоча не демонструє високої вразливості до типових змін, проте впливає на сільське господарство через суттєве підвищення температури. Цей вплив проявляється у зниженні врожайності, зсуві агрокліматичних зон та підвищеному ризику одночасних неврожаїв у регіоні. Така ситуація вимагає адаптації аграрних технологій і здійснення заходів для збереження ґрунтової вологи, особливо у центральних та південних районах області. Спостерігається також зменшення кількості рівномірно розподілених опадів під час вегетаційного періоду та збільшення частоти посух. Перспективою став розвиток стійких до посухи культур (кукурудза, соя, овочі та інших лікарських культур) також застосування технологій мінімального обробітку ґрунту.

Наприклад, на сьогодні на ринку спостерігається дефіцит сировини лікарських рослин. Для оптимізації структури посівних площ в умовах змін клімату доцільно розділити перспективні лікарські рослини, такі як ромашка лікарська, нагідки лікарські та ехінацея пурпурова за рівнем їхньої посухостійкості. Відомо, що врожайність та вміст біологічно активних речовин у лікарських рослинах залежить від низки чинників: генетичних особливостей, сорту, типу ґрунту, умов вирощування та клімату. За останніми даними, під загрозою зникнення знаходиться 723 види рослин, які використовуються у медицині [4].

Зміни клімату суттєво впливають на сезонність овочів і фруктів, що помітно у різних регіонах. Найбільше постраждали такі культури, як помідори, огірки, перці, а також ягоди, зокрема полуниця й малина. Підвищення середньої температури та зміни в кількості опадів значно змінюють час їх дозрівання та збору.

За дослідженнями провідних науковців, прогнозується падіння врожайності основних культур до кінця століття на 20–50% через підвищення температури та збільшення викидів парникових газів [3].

Висновки. Вирощування сільськогосподарських рослин в умовах кліматичних змін є дієвим інструментом адаптації аграрного сектору України. Воно знижує залежність економіки від монокультур (кукурудзи, соняшнику), які страждають від посухи. Крім того, важливим аспектом адаптації є використання сучасних технологій, таких як дистанційне зондування та аналітика даних. Вони дозволяють підприємствам отримувати точні прогнози погоди та краще планувати свої дії, знижуючи ризики збитків.

Література

1. Артамонов Б. Б. Визначення вірогідних кліматичних змін у Хмельницькій області на період до 2025 року / Б. Б. Артамонов, А. О. Дячук, С. М. Шевченко // VinSmartEco: зб. матеріалів І Міжнар. наук.-практ. конф. (16–18 трав. 2019, м. Вінниця, Україна). Вінниця: КВНЗ «Вінницька академія неперервної освіти», 2019. С. 162–165. URL: https://elar.khmnu.edu.ua/handle/123456789/7702.

2. Методологія прогнозування впливу зміни клімату на продуктивність агроекосистем. *Інститут агроекології та управління навколишнім середовищем Національної академії аграрних наук України*. 2019. URL: https://www.agroeco.org.ua/wpcontent/uploads/Publications/metod_recomendatsii/Vpliv%20zmin%20klimatu%20na%20produktivnist%20agroekosistem.pdf (дата звернення 15.09.2026).

3. Нечипоренко О., Пономаренко О., Грищенко О. Формування галузевої структури сільськогосподарського виробництва Лісостепу. *Вісник економіки*. 2025. Вип. 2. С. 43–59. DOI: 10.35774/visnyk2025.02.043.

4. Падалко Т. О. Ромашка лікарська: Інтенсивна технологія вирощування. Кам'янець-Подільський: ТОВ «Друкарня «Рута», 2022. 240 с. URL: http://188.190.33.55:7980/jspui/handle/123456789/12838. ISBN 978-617-8021-93-1.

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Панфілова А. В., д-р с.-г. н., професор
Кошкін Д. Л., к. т. н., доцент
Вербіцький П. П., аспірант
Миколаївський національний аграрний університет,
м. Миколаїв, Україна

Південний Степ України характеризується недостатнім і нестабільним вологозабезпеченням, що посилює ризики зниження продуктивності зернових культур за несприятливих погодних умов. У зв'язку з цим актуальним є пошук технологічних рішень, спрямованих на раціональне використання ґрунтових і водних ресурсів, збереження родючості ґрунту та стабілізацію врожайності пшениці озимої. Одним із таких підходів є поєднання ресурсозберігаючих технологій обробітку ґрунту з біологізацією живлення рослин, а також використання сучасних гранульованих добрив [1, 2].

Дослідження проводили у 2021–2026 рр. на дослідному полі Навчально-науково-практичного центру Миколаївського національного аграрного університету. Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем південний, залишково-слабкосолонцюватий важкосуглинковий на лесах. У польових дослідах порівнювали класичну технологію вирощування та технологію *Mzuri Pro-Til*. Система живлення включала контрольний варіант, передпосівну обробку насіння препаратом Органік-Баланс із подальшим позакореневим підживленням Хелпрост, а також передпосівну обробку препаратом Азотофіт у поєднанні з Хелпростом. Технологія *Mzuri Pro-Til* передбачала прямий смуговий посів без суцільного обробітку ґрунту, із локальним розпушуванням посівної смуги, формуванням насіннєвого ложа та внесенням стартових добрив.

У 2022-2025 рр. проведено польовий дослід з вивчення варіантів удобрення сортів пшениці озимої гранульованими добривами компанії «TIMAC AGRO». Схема досліду включала наступні варіанти: фактор А – сорт: 1. Дума одеська; 2. Покровська. Фактор В – удобрення: 1. Контроль (без добрив); 2. Duofertil 30; 3. Duofertil 38; 3. EUROCEREAL 34. Добрива вносили в дозі 100 кг/га при сівбі пшениці озимої.

За результатами досліджень встановлено, що застосування біологічних препаратів у технології вирощування пшениці озимої сорту Перлина одеська сприяє активізації ростових процесів рослин і покращенню показників їхньої продуктивності. Найвищу ефективність забезпечило поєднання передпосівної інокуляції насіння з позакореневим внесенням біопрепаратів упродовж вегетації.

У середньому за роками проведення досліджень і варіантами технології вирощування це дало змогу підвищити врожайність зерна на 0,45–0,56 т/га, що відповідало приросту 7,0–8,5% порівняно з контролем.

Найвищу врожайність зерна пшениці озимої, у середньому за фактором технології вирощування та роками досліджень, забезпечила передпосівна обробка насіння біопрепаратом Азотофіт у поєднанні з обробкою рослин під час вегетації препаратом Хелпрост і склала 6,55 т/га, що перевищує контроль на 0,56 т/га або 8,5%. Застосування для обробки насіння біопрепарату Органік-Баланс та обробкою рослин під час вегетації препаратом Хелпрост забезпечив приріст урожайності на 0,45 т/га або 7,0%.

У середньому за період досліджень використання ресурсозберігаючої технології *Mzuri Pro-Til* забезпечило зростанню урожайності зерна пшениці озимої на 0,68 т/га (10,2%) порівняно з класичною технологією.

Слід відмітити, що незалежно від року досліджень, за вирощування пшениці озимої спостерігалася тенденція щодо позитивного впливу ресурсозберігаючої технології *Mzuri Pro-Til* та застосування варіанту живлення Азотофіт + Хелпрост на урожайність зерна.

Внесення добрив компанії «TIMAC AGRO» сприяло зростанню урожайності зерна пшениці озимої обидвох досліджуваних сортів. У середньому за 2023–2025 рр. та по вивчених сортах застосування Duofertil 30 забезпечувало збільшення врожайності на 0,22 т/га або 4,3%, Duofertil 38 – на 0,31 т/га або 6,0%, а EUROCEREAL 34 – на 0,42 т/га або 8,1% порівняно з контролем.

Отже, підвищення урожайності зерна досягається лише при комплексному підході, який поєднує використання високоякісного насіння, адаптованих сортів і сучасних технологій вирощування. Доведено, що сорт Покровська має більш адаптивні властивості порівняно з сортом Дума одеська до посушливих умов зони розташування господарства. Вищу урожайність зерна, в середньому за роки досліджень і по фактору удобрення, сформували рослини сорту Покровська – 5,54 т/га, що перевищило показники урожайності сорту Дума Одеська на 0,28 т/га або на 5,3%, що свідчить про більшу адаптованість даного сорту до посушливих умов півдня України.

Водночас результати даного дослідження також показала, що застосування ресурсозберігаючої технології *Mzuri Pro-Til* дозволяє більш ефективно реалізувати генетичний потенціал пшениці озимої навіть за змінних погодних умов.

Література

1. Lamichhane J. R., Corrales D. C., Soltani E. Biological seed treatments promote crop establishment and yield: a global meta-analysis. *Agronomy for Sustainable Development*. 2022. Vol. 42. Article 45. DOI: 10.1007/s13593-022-00761-z.

2. Skok S., Breus D., Almashova V. Assessment of the effect of biological growth-regulating preparations on the yield of agricultural crops under the conditions

of Steppe Zone. *Journal of Ecological Engineering*. 2023. Vol. 24, No. 7. P. 135–144. DOI: 10.12911/22998993/163494.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ НАСІННЯ СОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО

Панцирева Г. В., д. с.-г. н., професор
Вінницький національний аграрний університет,
м. Вінниця, Україна

Серед зернобобових культур соя (*Glycine max* (L.) Merrill.) вирізняється широким господарським використанням та високою біологічною цінністю насіннєвої продукції. Її насіння є концентрованим джерелом рослинного білка й олії, що зумовлює його затребуваність у харчовій промисловості, виробництві кормів та інших напрямах переробки [1]. Поєднання високої поживної цінності продукції з агрономічними властивостями робить сою важливою складовою сучасного рослинництва.

Важливою перевагою культури є взаємодія кореневої системи з бульбочковими бактеріями, у результаті якої відбувається біологічне зв'язування атмосферного азоту. Функціонування цього симбіозу має істотне значення для азотного живлення рослин і може позитивно впливати на поживний режим ґрунту [2]. Ефективність процесу залежить від комплексу чинників, серед яких особливе місце посідають умови вирощування, стан насіннєвого матеріалу та активність симбіотичної мікрофлори.

В умовах інтенсифікації виробництва важливим завданням є удосконалення технологічних заходів, спрямованих на повніше використання біологічного потенціалу сої та отримання якісного врожаю [3]. Перспективним елементом такої технології є застосування біологічних препаратів для обробки насіння у поєднанні із засобами регуляції ростових процесів. Передпосівна інокуляція може сприяти формуванню ефективного симбіотичного апарату, тоді як регулятори росту здатні впливати на інтенсивність розвитку рослин і формування їх генеративної продуктивності. У зв'язку з цим оцінювання ефективності комплексного застосування зазначених технологічних прийомів є актуальним напрямом досліджень, орієнтованим на підвищення продуктивності та якості насіння сої.

Метою досліджень було визначення ефективності передпосівної інокуляції насіння бактеріальним препаратом Ризогумін у поєднанні з дворазовим застосуванням ретарданту хлормекват-хлориду та встановлення особливостей формування врожайності й показників якості насіння сортів сої Азимут і Голубка в умовах Правобережного Лісостепу України. Польові дослідження проводили на базі науково-дослідного господарства «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету. Обробку посівів хлормекват-хлоридом здійснювали двічі – у фазі третього трійчастого

листка та на початку бутонізації. Вибір зазначених строків був зумовлений необхідністю впливу на рослини у періоди, пов'язані з активним ростом і формуванням генеративної сфери.

Результати експерименту засвідчили, що ефективність застосованих технологічних прийомів значною мірою визначалася сортовими особливостями рослин. Найвищу продуктивність сформував сорт Голубка, у якого за комплексного використання Ризогуміну та 0,75%-го розчину хлормекват-хлориду урожайність досягла 2,67 т/га. У сорту Азимут за аналогічного технологічного поєднання цей показник становив 2,43 т/га. Порівняно з контрольним варіантом приріст урожайності становив до 27,10%, що свідчить про позитивну реакцію рослин на поєднання інокуляції насіння та регулювання ростових процесів.

Важливою характеристикою ефективності технології є не лише кількість отриманої продукції, а й її якісний склад. Проведені дослідження показали, що сорт Голубка характеризувався вищими показниками виходу протеїну. Найбільше значення цього показника – 1,07 т/га – зафіксовано у варіанті, де передпосівну обробку насіння Ризогуміном поєднували з дворазовим внесенням ретарданту. Таким чином, підвищення врожайності супроводжувалося збільшенням виходу цінної білкової продукції з одиниці площі.

Формування олійної складової насіння відзначалося більшою варіабельністю та залежало від взаємодії сортових властивостей і погодних умов вегетаційного періоду. За роки проведення досліджень вихід жиру коливався в межах 0,40–0,61 т/га. Максимального рівня – 0,61 т/га – досягнуто у сорту Голубка за комплексного застосування досліджуваних технологічних заходів. Порівняно з контрольним варіантом приріст становив 27,87%.

Отримані результати підтверджують доцільність комплексного підходу до формування продуктивності сої, за якого біологічні препарати та регулятори росту використовуються не ізольовано, а як взаємодоповнювальні елементи технології. Передпосівна інокуляція створює передумови для ефективнішого функціонування симбіотичної системи рослини, тоді як застосування ретарданту дає змогу цілеспрямовано впливати на ростові процеси та формування генеративних органів. Водночас ступінь реакції культури на такі заходи визначається генотиповими особливостями сортів і конкретними погодними умовами року.

Література

1. Didur I. M., Tsyhanskyi V. I., Tsyhanska O. I., Malynka L. V., Butenko A. O., Klochkova T. I. The effect of fertilizer system on soybean productivity in the conditions of right bank forest-steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 9, No. 1. P. 76–80.

2. Didur I., Pantsyreva H. Peculiarities of soybean growth and development on gray forest soils. *Agronomy Research*. 2025. Vol. 23, No. 1. P. 352–364. DOI: https://doi.org/10.15159/AR.25.015.

3. Didur I., Bakhmat M., Chynchyk O., Pantsyreva H., Telekalo N., Tkachuk O. Substantiation of agroecological factors on soybean agrophytocenoses by analysis of variance of the Right-Bank Forest-Steppe in Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10, No. 5. P. 54–61. DOI: https://doi.org/10.15421/2020_206.

ОСУШЕННЯ КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ТА ВТРАТА ЗРОШЕННЯ: НАСЛІДКИ ДЛЯ АГРОВИРОБНИЦТВА ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Пічура В. І., д. с.-г. н., професор
Потравка Л. О., д. е. н., професор
Херсонський державний аграрно-економічний університет,
м. Кропивницький, Україна

У світовому водогосподарському дискурсі у 2026 р. запропоновано поняття «водне банкрутство» (water bankruptcy) для позначення стану, коли водогосподарська система тривалий час витрачає більше води, ніж здатний відновити природний гідрологічний цикл, унаслідок чого виснажуються поверхневі й підземні води, деградують водно-залежні екосистеми, а повернення до попереднього «нормального» стану стає надзвичайно складним або частково неможливим [1, 2]. Такий підхід зміщує акцент із реагування на окремі епізоди посухи до довгострокового управління водним балансом, охорони природного капіталу та відновлення здатності ландшафтів накопичувати, утримувати й відтворювати воду.

Для України ця проблематика набуває особливої актуальності. У 2026 р. слабко виражене або практично відсутнє весняне водопілля на більшості річок, дефіцит опадів і тривале літнє висушування спричинили стійке зниження водності. За даними Українського гідрометеорологічного центру, станом на 7 вересня 2026 р. водність Тиси становила 25–45% норми, Латориці та Ужа – 16–23%, Прип’яті – 44%, приплив до Київського водосховища – 54%, Десни – 66%, Сули – близько 49%, Псла – 38%, Ворскли – 28%, Орілі – 32% норми. На окремих малих річках фіксувалася відсутність стоку, а на низці гідрологічних постів рівні води опускалися нижче мінімальних значень за весь період спостережень [3]. На дату проведення конференції – 18 вересня 2026 р. – на переважній більшості річок України зберігалася низька водність [4]. У 2026 р. Держводагентство неодноразово запроваджувало тимчасові обмеження спеціального водокористування через маловоддя [5]. Це свідчить, що збереження, ощадливе використання та відновлення водних ресурсів мають розглядатися як базова передумова екологічної, продовольчої та соціально-економічної стійкості держави.

Особливо вразливим є Південь України, де природний дефіцит вологи поєднується з високим випаровуванням, кліматичним потеплінням і наслідками воєнних дій. Причорноморська низовина належить до зони ризикованого

землеробства: річна кількість атмосферних опадів становить переважно 300–500 мм, тоді як потенційне випаровування приблизно вдвічі перевищує їх надходження. За таких умов упродовж більш ніж шести десятиліть іригація виконувала функцію штучного гідрологічного буфера, підтримуючи продуктивність агроландшафтів і зменшуючи прояви водного та теплового стресу.

Ключовим елементом цієї системи було Каховське водосховище площею близько 2155 км^2 із загальним об'ємом 18,2 км³ та корисним об'ємом 6,8 км^3. Воно забезпечувало водою населені пункти, промисловість, енергетику, сільське господарство та природні екосистеми Півдня України. До 2023 р. іригаційна інфраструктура, пов'язана з водосховищем, мала проєктну спроможність забезпечувати зрошення до 1 млн га, а фактична площа поливу в Херсонській області становила близько 250–315 тис. га. Після 2014 рокі щорічний водозабір для потреб зрошення досягав 1,20–1,34 млрд м³. Полив компенсував до 200 мм природного дефіциту вологозабезпечення, а в посушливі роки – до 300 мм, підвищуючи біокліматичну стійкість агроландшафтів та продуктивність сільськогосподарських культур.

Руйнування греблі Каховської ГЕС 6 червня 2023 р. і подальше осушення водосховища припинили функціонування значної частини систем водопостачання та зрошення Півдня України [6, 7]. Для Херсонської області це означало не лише втрату джерела поливної води, а й різке порушення сформованого протягом десятиліть водно-енергетичного балансу агроландшафтів. Системний ефект проявився через каскад взаємопов'язаних процесів: виснаження ґрунтової вологи → посилення нагрівання поверхні → прискорення випаровування → фізіологічний стрес рослин → скорочення продуктивної вегетації → деградацію ґрунтового покриву та зниження врожайності.

Оцінювання трансформацій виконували із застосуванням даних дистанційного зондування Землі Sentinel-2 і Sentinel-3, просторового GIS-аналізу та польових спостережень. Для характеристики водного й термічного режимів та стану рослинності використовували Soil Water Index (SWI), температуру земної поверхні (LST), індекси FAPAR, NDVI та OTCI. Порівняння довоєнного періоду з 2023–2026 рр. дозволило простежити просторово-часову реакцію агроекосистем на одночасну дію припинення зрошення, посухи, високих температур і воєнного навантаження. Результати попередніх досліджень авторів із використанням Sentinel-2/3 підтвердили, що втрата іригації в зоні впливу Каховського водосховища супроводжується погіршенням гідрологічних умов, посиленням водного стресу, нагріванням поверхні та розвитком процесів аридизації [8].

Супутникові спостереження показали, що найбільші контрасти формуються в літній період максимального теплового навантаження. До руйнування водогосподарської системи поливні землі характеризувалися стабільно вищою активністю рослинного покриву: упродовж вегетаційного періоду 2021 р. значення OTCI на зрошуваних угіддях перевищували показники

богарних земель на 1,0–1,8 одиниці. Після втрати іригаційного регулювання зросли площі з дефіцитом ґрунтової вологи, посилився поверхневий перегрів і скоротилася тривалість активної вегетації. У 2024–2026 рр. ці процеси розвивалися на тлі загального посилення гідрологічної посухи в Україні, що зменшує можливості природної компенсації локального дефіциту води.

Найбільш критичні наслідки для агровиробництва пов'язані зі скороченням площ активної вегетації та падінням фотосинтетичної активності. За результатами проведеного моніторингу, хлорофільна активність рослинного покриву (OTCI) на значних площах знизилася більш ніж удвічі. Орієнтовна частка втрачених посівів внаслідок бойових дій та осушення на правобережжі Херсонщини становила близько 40% у 2024 р., понад 60% у 2025 р. та понад 80% у 2026 р. У 2024 р. зниження врожайності основних культур оцінювалося в межах 30–45%, а у 2025 р. – 70–90%. Сукупні втрати аграрного виробництва оцінюються до 4 млн т зерна щороку, що відповідає приблизно 1,5 млрд дол. США прямих економічних втрат. Наведені оцінки характеризують масштаб трансформації виробничого потенціалу регіону та потребують подальшого уточнення в міру відновлення доступу до територій.

Паралельно посилюється деградація ґрунтів. Тривала відсутність рослинного покриву, дефіцит вологи, високі температури та сильні вітри формують передумови для дефляції. На окремих ділянках модельні оцінки потенційних втрат ґрунту становлять 150–300 т/га, локально – до 600 т/га; фіксуються вторинне засолення, дегуміфікація та зниження родючості. Воєнні дії додатково посилюють деградацію через пожежі, механічне порушення ґрунтового покриву, мінування та обмеження можливостей землекористування. Подібний комплексний характер трансформацій підтверджується сучасними дослідженнями наслідків руйнування греблі Каховської ГЕС та осушення водосховища для сільського господарства та водних екосистем [7, 9].

Отримані результати показують, що проблема Херсонщини виходить за межі локальної втрати одного водосховища. Йдеться про порушення регіональної водогосподарської системи в умовах, коли кліматичні зміни одночасно знижують надійність природного водозабезпечення. Дослідження кліматичної стійкості аграрного виробництва України також вказують на зростання ризику дефіциту «зеленої» води та підвищення ролі адаптивного зрошення в середині XXI ст. [10]. Тому, відновлення агровиробництва Півдня України не може базуватися на простому поверненні до довоєнної моделі водокористування.

Стратегія відновлення має поєднувати басейнове управління водними ресурсами, реконструкцію та технологічну модернізацію зрошувальних систем, підвищення ефективності використання кожного кубічного метра води, відновлення водоакумулюючої функції ґрунтів і ландшафтів, ґрунтозахисні технології, адаптивні сівозміни та використання посухостійких культур. Необхідними є системний супутниковий моніторинг водного стресу, облік фактичного водного балансу, визначення екологічно допустимих лімітів

водокористування та відновлення малих річок, заплав, водно-болотних угідь і природних територій, які забезпечують регулювання стоку та утримання вологи.

Таким чином, сучасне маловоддя в Україні та посткатастрофічна трансформація Нижнього Дніпра демонструють спільну закономірність: водний ресурс більше не може розглядатися як гарантовано відновлюваний у межах історичних норм. Концепція «водного банкрутства» є важливим застереженням щодо наслідків тривалого перевищення природної водовідновної спроможності територій. Для Херсонської області руйнування Каховської ГЕС стало різким тригером переходу від керованого дефіциту вологи до системної водної нестабільності. Тому збереження та відновлення водних ресурсів, модернізація зрошення, відновлення ґрунтів і природних водорегулюючих екосистем мають стати взаємопов'язаними складовими післявоєнного відновлення Півдня України та забезпечення його довгострокової продовольчої й екологічної безпеки.

Література

1. Madani K. Water Bankruptcy: The Formal Definition. Water Resources Management. 2026. Vol. 40. Article 78. DOI: 10.1007/s11269-025-04484-0.

2. Madani K. Global Water Bankruptcy: Living Beyond Our Hydrological Means in the Post-Crisis Era. Richmond Hill, Ontario: United Nations University Institute for Water, Environment and Health (UNU-INWEH), 2026. DOI: 10.53328/INR26KAM001.

3. Український гідрометеорологічний центр. Про гідрологічну ситу-ацію та маловоддя на річках України станом на 07 вересня 2026 року. URL: https://www.meteo.gov.ua/ua/Malovoddya (дата звернення: 17.09.2026).

4. Український гідрометеорологічний центр. Щоденна гідрологічна ситуація в Україні станом на 18.09.2026, 08:00. URL: https://www.meteo.gov.ua/ua/Shchodenna-hidrolohichna-situaciya (дата звернення: 18.09.2026).

5. Державне агентство водних ресурсів України. Держводагентство встановлює тимчасові обмеження водокористування. 22.06.2026. URL: https://davr.gov.ua/news/derzhvodagentstvo-vstanovlyuye-timchasovi-obmezhennya-vodokoristuvannya2206 (дата звернення: 17.09.2026).

6. Vyshnevskyi V., Shevchuk S. The destruction of the Kakhovka dam and the future of the Kakhovske reservoir. *International Journal of Environmental Studies*. 2024. Vol. 81. P. 275–288. DOI: 10.1080/00207233.2024.2320033.

7. Shubravska O., Popova O., Prokopenko K. Consequences of the destru-ction at the Kakhovka Hydroelectric Power Plant for agriculture in the South of Ukraine. *Acta Scientiarum Polonorum Administratio Locorum*. 2024. Vol. 23, No. 4. DOI: 10.31648/aspal.9883.

8. Pichura V., Potravka L. Impact of war on natural and climatic trans-formation of territories in the irrigation zone of Ukraine. *Discover Applied Sciences*. 2025. Vol. 7. Article 783. DOI: 10.1007/s42452-025-07404-4.

9. Kvach Y., Stepien C. A., Minicheva G. G. et al. Biodiversity effects of the Russia–Ukraine War and the Kakhovka Dam destruction: ecological consequences and predictions for marine, estuarine, and freshwater communities in the northern Black Sea. *Ecological Processes*. 2025. Vol. 14. Article 22. DOI: 10.1186/s13717-025-00577-1.

10. Regional irrigation expansion can support climate-resilient crop pro-duction in post-invasion Ukraine. *Nature Food*. 2024. DOI: 10.1038/s43016-024-01017-7.

ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ ЗА ДІЇ РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН АКМ В УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ

Покопцева Л. А., к. с.-г. н., доцент
Романенко П. О., к. б. н., доцент
Меншенін Д. А., магістр
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна

Хімічний склад олійних рослин та їх насіння формується безперервно за дії оточуючого середовища. Несприятливі умови зовнішнього середовища потребують енергетичних витрат на формування врожаю сільськогосподарських культур. Після закінчення процесу дозрівання насіння і збирання врожаю надходження енергії з зовні припиняється. Всі захисні і пристосувальні реакції в отриманому насінні йдуть тільки за рахунок енергії, яка утворюється при розладі власних запасних речовин.

Одним з головних чинників, який впливає на формування кількості і кості урожаю є погода. В Україні переважає чітко виявлений континентальний клімат, який характеризується різкими перепадами температур і опадів протягом вегетації. Доведено, що близько 60–70% сільськогосподарських посівних площ в Україні підпадає під вплив екстремальних умов [1]. Так, в зоні недостатнього зволоження знаходиться Запорізька область. Високі температури повітря і ґрунтові посухи, особливо в фазах цвітіння і наливу насіння соняшнику, призводить до значних втрат врожаю.

Хімічний склад запасних речовин, що накопичуються до збирання соняшнику, визначає характер відповідних реакцій насіння, де основним енергетичним джерелом є ліпіди. Реакція рослини на негативні зовнішні умови проявляється саме в змінах ліпідного комплексу [2] і, в першу чергу, в інтенсифікації процесів пероксидації, що призводить до оксидативного стресу. Як наслідок, відбувається зрив функціонування захисних систем і розвивається окислювальне пошкодження тканин.

Впровадження нових регуляторів росту рослин антиоксидантного типу є доступним і ефективним заходом стимуляції адаптаційного потенціалу рослин за дії несприятливих погодних умов [3, 4]. Такі препарати в біохімічному плані сприяють адаптації рослин до зовнішніх умов, що постійно змінюються.

Регулятори росту рослин розширюють межі пристосування, сприяють підвищенню життєздатності, стійкості на фоні істотного збереження енергетичних й пластичних ресурсів рослин, які в подальшому використовуються на підвищення кількості і якості врожаю.

Відносно невелика вартість, нетоксичність і високий ефект за дуже низьких доз є перевагою антиоксидантів перед рядом біологічно активних речовин. Такі речовини мають позитивний вплив не тільки на врожайність, а й на якість продукції, транспортабельність і довкілля. Тому з'ясування особливостей протікання перекисних процесів і формування системи антиоксидантного захисту в насінні соняшнику в період дозрівання за умов інкрустації посівного матеріалу регулятором росту рослин АКМ стало метою наших досліджень.

Дослідження проводили на трилінійному середньостиглому гібриді соняшнику інтенсивного типу Каменяр. Дослід включав варіант з передпосівною обробкою насіння регулятором росту АКМ з нормою витрати 0,2 л на 1 тонну насіння. Загальний об'єм робочого розчину становив 10 л/т. Другий варіант досліду – контроль (без обробки РРР). Насіння висівали на чорноземі південному у трикратній повторності з площею ділянок кожної повторності 50 м^2 та нормою висіву 50 тис. росл./га і вирощували на багарі. Відбір проб насіння здійснювали один раз на тиждень від початку цвітіння та в стадії технічної зрілості. Середню пробу насіння відбирали методом квадрату із п'яти найбільш типових кошиків. Для аналізу використовували подрібнене насіння з плодовими оболонками.

Кількість ліпідів визначали екстрагуванням насіння соняшнику діетиловим ефіром в апараті Сокслета. Кислотне, перекисне число, вміст малонового діальдегіду визначали за стандартними загальновідомими методиками.

Результати досліджень опрацьовано статистично.

Основною складовою насіння соняшнику є ліпіди. Синтез їх відбувається протягом дозрівання насіння нерівномірно. У дослідженому нами насінні наявність ліпідів спостерігалася вже на 7 день від початку цвітіння (рис. 1) і протягом перших 28 днів на фоні зниження вологості їх накопичення відбуваєлося дуже інтенсивно. В період з 28 дня до стадії технічної стиглості насіння швидкість накопичення ліпідів поступово знижувалася без достовірних різниць між контрольним і дослідним варіантами.

Вже на початку формування сім'янки в дослідному варіанті спостерігався в 1,78 рази нижчий рівень вільних жирних кислот, порівняно з контролем (рис. 2). Протягом всього періоду дозрівання насіння кислотне число олії поступово знижувалося і до стадії технічної стиглості набувало мінімальних значень. Слід відмітити, що в дослідному варіанті цей показник достовірно був нижчим за контроль в 1,41 рази.

На фоні інтенсивного ліпогенезу в насіннєвих тканинах активуються процеси пероксидації ліпідів. Дослідами встановлено, що на кінець першого тижня від початку цвітіння вміст малонового діальдегіду (МДА), як основного

продукту пероксидації ліпідів, сягав у контролі 40,5 нмоль/г, а в дослідному варіанті 73,3 нмоль/г. Другий тиждень характеризувався зниженням рівня МДА в контролі у 10,3 рази. Однак в цей же період в дослідному варіанті це зниження було значно меншим – в 1,3 рази. В подальшому в контрольному варіанті спостерігалося поступове накопичення вторинних продуктів пероксидації і в стадії технічної стиглості він сягав максимальних значень. За умов використання АКМ для передпосівної інкрустації насіння соняшнику протягом третього і четвертого тижня спостерігалося зростання рівня МДА і до кінця періоду дозрівання цей показник знов знижувався і був достовірно нижчим, за контроль в 1,3 рази.

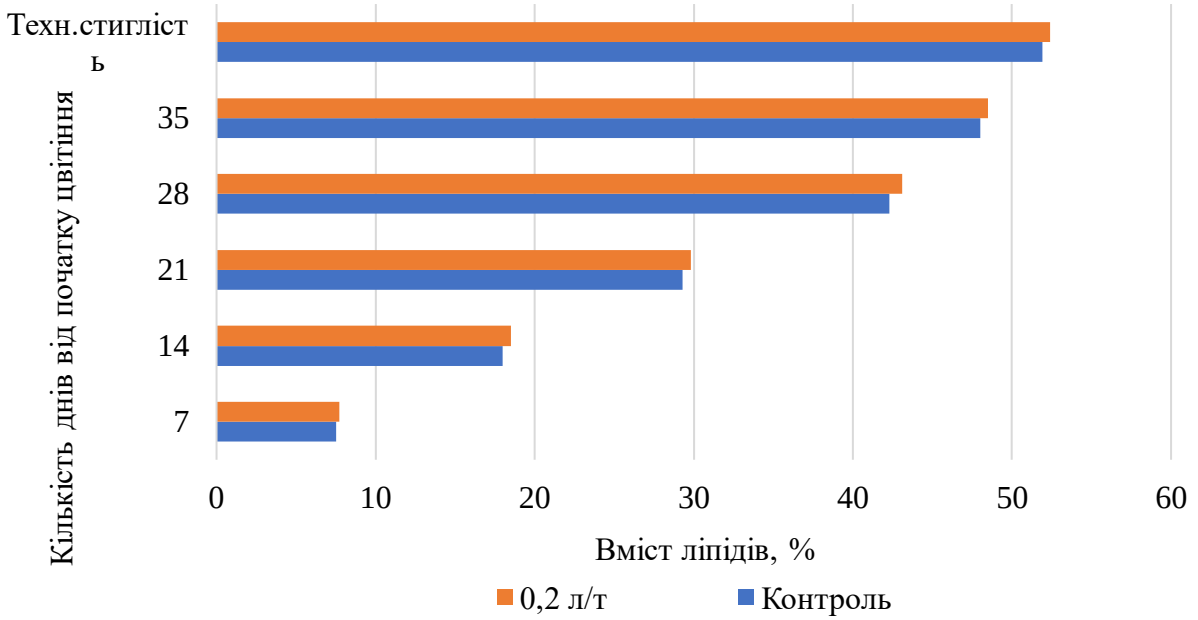


Рис. 1. Вміст ліпідів в насінні соняшнику гібриду Каменяр в період формування урожаю, n=3

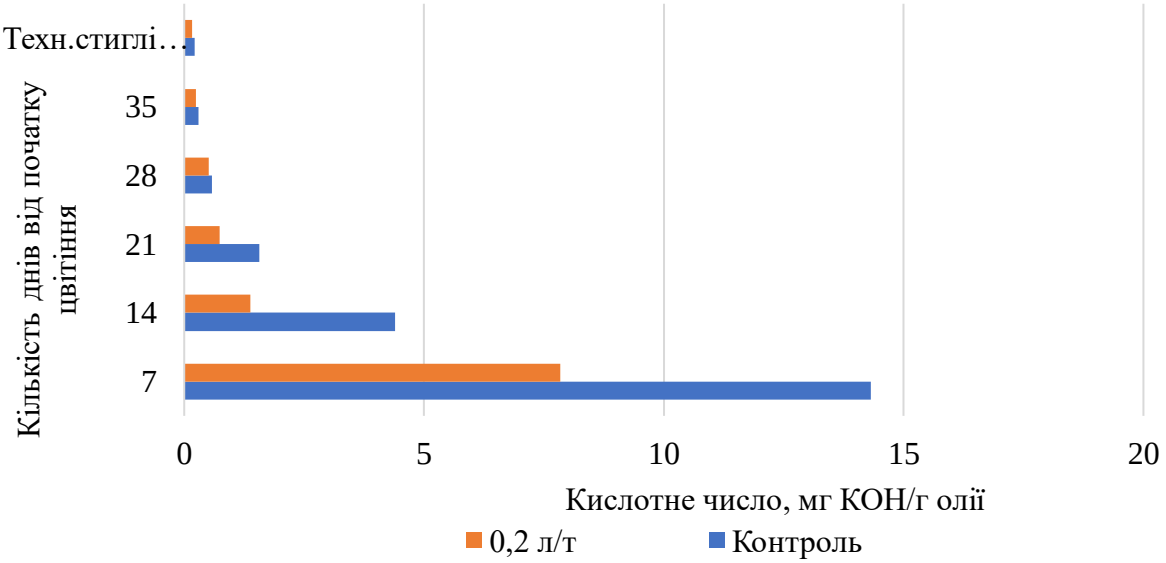


Рис. 2. Кислотне число олії в насінні соняшнику гібриду Каменяр в період формування урожаю, n=3

Слід відзначити, що за дії АКМ спостерігалася стабілізація процесів пероксидації при формуванні сім'янки, де коефіцієнт варіації в дослідному варіанті був значно нижчим (C_v=9,5 %), порівняно з контролем (C_v=50,6%).

Поряд з цим, протягом перших п'яти тижнів формування сім'янки спостерігався поступовий ріст перекисного числа олії (рис.3). Однак, з шостого тижня і до стадії технічної стиглості цей показник знижувався в 2,0 – 2,1 рази. Причому показник перекисного числа олії в контрольному варіанті був в 1,2 рази нижчим за варіант з використанням АКМ.

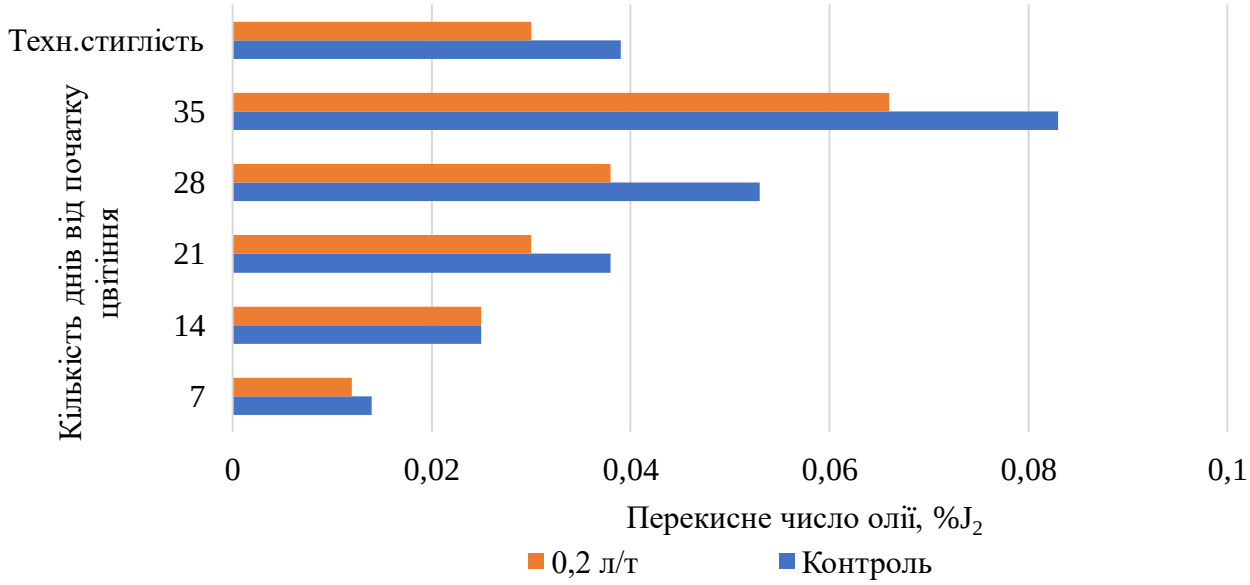


Рис. 3. Перекисне число олії в насінні соняшнику гібриду Каменяр в період формування урожаю, n=3

Таким чином, передпосівна інкрустація посівного матеріалу соняшнику регулятором росту АКМ у дозі 0,2 л/т сприяє підвищенню біологічної цінності олії отриманого урожаю, а саме зниженню кислотного числа олії і вмісту продуктів перекисного окиснення ліпідів, що має велике значення у забезпеченні населення якісними продуктами харчування.

Література

1. Логачева В. С. Агрокліматична оцінка еталонних урожаїв основних сільськогосподарських культур півдня України : кваліфікаційна робота бакалавра. Одеса : Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, 2025. 61 с. URL: https://dspace.onu.edu.ua/handle/123456789/42389.

2. Царук І. В., Риженко А. С., Ситнік О. В. Олійність насіння та збір олії гібридів соняшнику в умовах північної частини Лівобережного Лісостепу України. *Новітні агротехнології*. 2026. Т. 14, № 2. DOI: https://doi.org/10.47414/na.14.2.2026.369014.

3. Покопцева Л. А., Онищенко О. Г., Гамаюнова В. В., Геращко Т. В., Зоря М. В. Посівні властивості насіння соняшнику гібриду Talento за дії

модифікованого регулятору росту рослин. *Наукові горизонти*. 2024. Т. 27, № 8. С. 59–68. DOI: https://doi.org/10.48077/scihor8.2024.59.

4. Алексєєв А. В., Іжболдін О. О. Ефективність застосування стимуляторів росту у технології вирощування різностиглих гібридів соняшнику. *AgroClimate* 2026: інновації, адаптація, сталий розвиток : збірник матеріалів конференції. 2026.

РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Пронько В. С., аспірант
Науковий керівник **Федорчук М. І.**, д. с.-г. н., професор
Миколаївський національний аграрний університет,
м. Миколаїв, Україна

Соняшник є стратегічною олійною культурою України, що формує понад 95% внутрішнього виробництва насіння олійних культур і близько 98% рослинної олії. У зв’язку зі змінами клімату, частими посухами та підвищенням температур у Південному Степу особливого значення набуває впровадження ресурсозберігаючих технологій, які забезпечують стабільну врожайність і ефективне використання природних ресурсів [1, 2].

Helianthus annuus L. – одна з найпоширеніших олійних культур світу, яка поєднує високу господарську значущість із винятковою адаптивністю до різних кліматичних умов. Його вирощування в умовах Південного Степу України має особливе значення, адже саме тут формується основна частка національного валового збору насіння, проте одночасно спостерігається найбільший вплив абіотичних стресів – високих температур, тривалих бездощових періодів і дефіциту вологи у ґрунті.

Мета роботи дослідити біологічні особливості гібридів соняшнику, що зумовлюють його здатність ефективно використовувати природні ресурси. Потужна стрижнева коренева система, що проникає на глибину понад три метри, забезпечує доступ до вологи з нижніх горизонтів, а добре розвинена вторинна коренева система сприяє активному засвоєнню елементів живлення. Завдяки цьому культура здатна витримувати тривалі періоди без опадів і продовжувати вегетацію навіть за низького рівня ґрунтової вологи [1].

Рослина має високу фотосинтетичну активність: велика листкова поверхня, оптимальний кут нахилу листків і здатність кошика орієнтуватися за сонцем забезпечують максимально ефективне використання сонячної енергії. Це дозволяє формувати значну біомасу та високий урожай насіння навіть у посушливі роки. Соняшник є культурою короткого дня, тому найінтенсивніше росте в умовах довготривалого освітлення й високих температур, що характерно для клімату Південного Степу [2].

Оптимальними для вирощування є чорноземи звичайні та південні з нейтральною або слабколужною реакцією (pH 6,5–7,5). Надмірна кислотність або засоленість погіршують розвиток кореневої системи й засвоєння поживних речовин. Найкращими попередниками для соняшнику є озима пшениця, ячмінь і кукурудза на силос. Розміщення культури на тому самому полі частіше ніж раз на 5–7 років недоцільне, оскільки це сприяє накопиченню збудників хвороб і паразита вовчка (*Orobanche cumana*).

Клімат Південного Степу характеризується великою кількістю сонячних днів, тривалим безморозним періодом (до 210 днів) і середньорічною температурою повітря понад +10 °C, що створює сприятливі умови для розвитку культури. Обмежувальним фактором залишається нестача вологи, тому ключовим завданням сучасних технологій є збереження та раціональне використання кожного міліметра опадів.

З екологічної точки зору соняшник сприяє стабілізації агроландшафтів: густий стеблостій захищає ґрунт від перегріву й ерозії, а післяжнивні рештки збагачують його органічною масою та гумусом. Таким чином, біологічні та екологічні особливості соняшнику забезпечують можливість реалізації його потенціалу навіть за посушливих умов, за умови застосування технологій, що спрямовані на збереження вологи, енергії й родючості ґрунтів.

Високі результати забезпечує використання адаптованих гібридів, що поєднують посухостійкість, стійкість до хвороб і високу олійність насіння. Схема досліджень передбачала вивчення гібридів на форми та дози внесення добрив. До стійких у посушливих умовах належать гібриди: Сузука HTS, Суомі HTS, Сурелі HTS, Сайберік HTS

Дані гібриди характеризуються генетичною стійкістю до вовчка рас A-G, толерантністю до фомозу, фомопсису, сірої гнилі й високу енергію початкового росту, що забезпечує високу продуктивність навіть у стресових умовах.

Сузука HTS – середньоранній лінолевий гібрид екстенсивного типу, характеризується високою жаростійкістю й стійкістю до вовчка рас A-F. Вміст олії – 49–51%. Добре переносить короткочасну посуху, формує вирівняний кошик масою 60–70 г, рекомендована густота стояння – 40–50 тис. рослин/га. Має швидкий стартовий розвиток і стабільну врожайність у різних умовах живлення.

Суомі HTS – ранньостиглий гібрид помірно-інтенсивного типу з високою енергією росту та доброю запиленістю кошика. Вміст олії до 52–55%, стійкість до вовчка рас A-G та основних хвороб листя. Оптимальна густота стояння – 45–55 тис. рослин/га. Відзначається широкою екологічною пластичністю й рекомендований для зон недостатнього зволоження.

Сурелі HTS – середньоранній лінолевий гібрид помірно-інтенсивного типу, відзначається високою стійкістю до фомозу, фомопсису, склеротиніозу та вовчка рас A-G. Вміст олії – 52–54%. Формує великий кошик і зберігає продуктивність у стресових умовах, рекомендована густота – 35–60 тис. рослин/га залежно від зволоження.

Сайберік HTS – новітній гібрид середньораннього типу з високим потенціалом урожайності (до 5,0 т/га) та вмістом олії до 53%. Характеризується доброю толерантністю до температурних стресів, міцним стеблом і відмінною запиленістю кошика. Підходить для технологій із мінімальним обробітком ґрунту й демонструє стабільну врожайність у різних агрокліматичних умовах [3, 4].

Ефективне вирощування соняшнику ґрунтується на поєднанні біологічного потенціалу гібридів із комплексом технологічних заходів, спрямованих на збереження ресурсів і підвищення стабільності продуктивності. Застосування мінімального або нульового обробітку ґрунту сприяє збереженню його структури, вологості та мікробіологічної активності.

Збалансоване живлення з внесенням мінеральних добрив сприяє формуванню потужної вегетативної маси й підвищенню олійності насіння.

Використання біопрепаратів і мікроелементів – бору, цинку, молібдену – активізує фотосинтетичну діяльність рослин, підвищує їхню посухостійкість і забезпечує стабільне формування врожаю навіть за несприятливих умов.

Наші дослідження показали, що в умовах Південного Степу України ефективне виробництво соняшнику можливе лише за умови впровадження інноваційних ресурсозберігаючих технологій, що поєднують використання адаптованих гібридів і сучасних агротехнічних рішень. Гібриди Sureli, Syberic відзначаються високою стабільністю, стійкістю до посухи, хвороб і вовчка, що дозволяє знизити обсяги використання пестицидів і добрив. Комплексне поєднання біологічних та технологічних факторів формує основу сталого, екологічно безпечного й економічно ефективного землеробства Південного Степу України [1–4].

Література

1. Домарацький Є. О., Добровольський А. В., Базалій В. В., Пічура В. І., Домарацький О. О. Соняшник: екологічні шляхи оптимізації його живлення : монографія. Херсон : Олді-Плюс, 2020. 158 с.
2. Shebanin V., Drobitko A., Panfilova A., Markova N. Development and implementation of energy-saving technologies for growing sunflower hybrids in the south of Ukraine. *Scientific Horizons*. 2024. Vol. 27, No. 8. P. 90–99. DOI: https://doi.org/10.48077/scihor8.2024.90.
3. Syngenta Ukraine. Каталог насіння: гібриди соняшнику. 2024. URL: https://www.syngenta.ua/sites/g/files/kgtney1466/files/media/document/2024/08/16/katalog_nasinnya_novynky.pdf.
4. Держпродспоживслужба України. Методичні рекомендації з вирощування соняшнику в умовах посухи. Київ, 2023.

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ВИРОБНИЦТВА, ПОШИРЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО У СВІТІ ТА УКРАЇНІ

Самойленко М. О., д. с.-г. н., професор
Попель А. В., здобувач вищої освіти
Манушкін М. М., здобувач вищої освіти
Миколаївський національний аграрний університет,
м. Миколаїв, Україна

Ріпак (*Brassica napus* L.) є однією з провідних олійних культур світового землеробства, що має важливе продовольче, кормове, енергетичне та експортне значення. Високий вміст олії в насінні, можливість використання продуктів його переробки у тваринництві та виробництві біопалива зумовлюють стабільний попит на культуру. Ріпакова олія використовується у харчовій промисловості та є перспективною сировиною для виробництва біодизеля, тоді як побічні продукти переробки насіння мають кормову цінність [1–3].

За даними USDA Foreign Agricultural Service, світове виробництво ріпаку в останні роки характеризується високими обсягами та загальною тенденцією до зростання. У 2026/27 маркетинговому році світове виробництво прогнозується на рекордному рівні – близько 96,9 млн т. Основними виробниками залишаються Канада, Європейський Союз, Китай та Індія. Значні обсяги виробництва забезпечують стабільну пропозицію ріпаку на світовому ринку та підтримують розвиток міжнародної торгівлі продукцією його переробки [1, 3].

Європейський Союз є одним із найбільших світових виробників та споживачів ріпаку. Значна частина виробленої ріпакової олії використовується не лише в харчовій промисловості, а й для виробництва біопалива. Розвиток біоенергетики та політика декарбонізації транспортного сектору сприяють збереженню високого попиту на ріпакову сировину [1].

Україна має сприятливі передумови для вирощування ріпаку озимого та є одним із важливих постачальників цієї культури на європейський ринок. За оцінками USDA Foreign Agricultural Service (FAS/Kyiv), у 2024/25 маркетинговому році площа посіву ріпаку в Україні становила близько 1,259 млн га, а виробництво – 3,75 млн т. У 2025/26 МР площа посівів оцінювалася у 1,207 млн га, а виробництво – близько 3,20 млн т. На 2026/27 МР прогнозується збільшення площі до 1,34 млн га та виробництва до близько 4,0 млн т [2].

Значний потенціал України у виробництві ріпаку озимого пов'язаний із наявністю сприятливих ґрунтово-кліматичних умов у зоні Лісостепу та Степу, а також сформованою технологічною базою його вирощування. Водночас урожайність культури значною мірою залежить від погодних умов у період сівби, осіннього розвитку та перезимівлі рослин. Особливо актуальною ця проблема є для південних областей України, де дефіцит ґрунтової вологи може обмежувати формування сходів і початковий розвиток рослин.

Науковими дослідженнями вітчизняних учених підтверджено важливість оптимізації елементів технології вирощування озимого ріпаку, зокрема системи

живлення, строків сівби та застосування регуляторів росту, для забезпечення стабільної продуктивності культури в умовах змін клімату [4, 5]. Особливого значення набуває раціональне використання ґрунтової вологи, оскільки водний режим істотно впливає на ріст, розвиток та формування врожаю озимого ріпаку [5].

Озимий ріпак має важливе значення для сівозмін, оскільки сприяє диверсифікації структури посівних площ та забезпечує отримання високорентабельної продукції. Водночас його вирощування потребує дотримання науково обґрунтованої сівозміни, оптимальних строків сівби, збалансованого живлення та ефективного контролю шкідників і хвороб. В умовах зміни клімату особливої актуальності набуває добір сортів і гібридів із високою зимостійкістю, посухостійкістю та адаптивністю до конкретних ґрунтово-кліматичних умов.

Перспективним напрямом розвитку ріпаківництва в Україні є збільшення обсягів внутрішньої переробки. Використання ріпаку для виробництва олії, шроту та біодизеля дає змогу формувати додану вартість безпосередньо в Україні, зменшувати залежність від імпортних енергоресурсів та сприяти розвитку біоекономіки. За прогнозами USDA, у 2026/27 МР внутрішня переробка ріпаку в Україні може становити близько 2 млн т [2].

Таким чином, озимий ріпак є стратегічно важливою олійною культурою для світового та українського аграрного виробництва. Високий попит на ріпакову продукцію, розвиток біопаливної галузі та перспективи розширення внутрішньої переробки створюють сприятливі передумови для подальшого розвитку культури в Україні. Водночас підвищення стабільності її виробництва потребує адаптації технологій вирощування до сучасних кліматичних умов, раціонального використання вологи та вдосконалення системи живлення рослин.

Література

1. USDA Foreign Agricultural Service. *Oilseeds: World Markets and Trade*. Washington, D.C. : U.S. Department of Agriculture, 2026. URL: https://www.fas.usda.gov/data/oilseeds-world-markets-and-trade-09112026 (accessed: 12.09.2026).
2. USDA Foreign Agricultural Service. *Oilseeds and Products Annual*. URL: https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Oilseeds+and+Products+Annual_Kyiv_Ukraine_UP2026-0011.pdf (accessed: 6.09.2026).
3. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *FAOSTAT: Crops and livestock products*. Rome : FAO. URL: https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL (accessed: 12.09.2026).
4. Домарацький Є. О., Базалій В. В., Домарацький О. О. Продуктивність ріпаку озимого залежно від азотного живлення та рістрегулюючих препаратів за

умов кліматичних змін. *Вісник аграрної науки Причорномор'я.* 2019. Вип. 1 (101). С. 53–62. DOI: https://doi.org/10.31521/2313-092X/2019-1(101)-8.

5. Товпига М. Л., Домарацький Є. О. Особливості водоспоживання рослин озимого ріпаку під впливом застосування біопрепарату Хелафіт за різних строків сівби. *Аграрні інновації.* 2025. № 32. С. 213–218. DOI: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.32.30.

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ РОСЛИН КІНОА ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Свіщова Я. О., к. хім. н., доцент
Куц О.В., д. с-г. н., старший науковий співробітник
Станкевич С. В., к. с-г. н., доцент
Могилевська В. В., PhD
Державний біотехнологічний університет,
м. Харків, Україна

В умовах трансформації аграрного виробництва України та посилення впливу погодних аномалій важливим завданням є розширення видового складу сільськогосподарських культур. Перспективним напрямом такої диверсифікації є залучення до виробництва нішевих культур, здатних поєднувати господарську цінність із достатньою адаптивністю до мінливих умов середовища. Серед них особливий інтерес становить кіноа (*Chenopodium quinoa* Willd.), попит на яку зростає завдяки високій поживній та біологічній цінності зерна [1]. Хімічний склад зерна кіноа характеризується значною кількістю білка з повноцінним амінокислотним профілем, а також наявністю мінеральних елементів та інших цінних для харчування компонентів [2]. Це розширює можливості використання культури як сировини для виробництва продуктів із підвищеною харчовою цінністю. Важливою перевагою кіноа є також її здатність пристосовуватися до різноманітних негативних умов вирощування, що створює передумови для випробування культури в різних ґрунтово-кліматичних умовах [3].

Для Лівобережного Лісостепу України питання адаптації кіноа набуває особливої актуальності у зв'язку зі змінами температурного режиму та характеру розподілу опадів упродовж вегетації. Реалізація продуктивного потенціалу культури в цьому регіоні значною мірою визначатиметься не лише погодними умовами, а й рівнем забезпечення рослин основними елементами живлення. У зв'язку з цим актуальним є вивчення реакції кіноа на умови вирощування та визначення ефективних підходів до формування системи її живлення.

Мета роботи: визначення впливу різних систем удобрення на біометричні параметри рослин кіноа за вирощування в богарних умовах Лівобережного Лісостепу України.

Методика досліджень

Дослідження проведено на дослідному полі Державного біотехнологічного університету (49°53'30" N, 36°26'49" E) в с. Докучаєвське Харківського району Харківської області, яке розташоване в межах Роганської територіальної громади. Ґрунт дослідного поля представлено чорноземом типовим малогумусним середньосуглинковим.

Схема досліджень включала низку варіантів з різними системами оптимізації живлення рослин чорнушки посівної: 1) контроль (без добрив); 2) мінеральна система удобрення (внесення локально $N_{50}P_{50}K_{50}$); 3) комбінація мінеральної системи удобрення (внесення локально $N_{25}P_{25}K_{25}$) з комплексом мікробних препаратів 4) система оптимізації живлення рослин з використанням комплексу біопрепаратів (в передпосівну культивацію біодобриво Граундфікс з нормою 5 л/га; внесення за посіву в зону рядку препарату Азотохелп з нормою 1 л/га; обприскування в фазу 2–3 справжніх листків сумішшю препаратів Органік баланс (1 л/га) + Азотохелп (0,7 л/га); обприскування через 15 днів сумішшю препаратів Органік баланс (1 л/га) + Гуміфренд (0,8 л/га). Насіння висівали у третю декаду квітня, за температури ґрунту 7–8 °С з шириною міжряддя 70 см та нормою висіву 1,5 кг/га.

Погодні умови вегетаційного періоду кіноа у 2026 р. характеризувалися поступовим підвищенням температури повітря у травні–серпні та її зниженням у вересні. За даними найближчої опорної метеорологічної станції «Харків», у травні середня температура повітря становила 16,6 °С, максимальна дорівнювала 30,1 °С, мінімальна була –1,6 °С, а кількість опадів – 25,1 мм. У червні середня температура підвищилася до 20,3 °С, за максимальної 29,5 °С та мінімальної 6,8 °С; за місяць випало лише 14,8 мм опадів. У липні середня температура становила 20,2 °С, максимальна – 30,7 °С, мінімальна – 11,9 °С, при цьому кількість опадів зросла до 88,3 мм. Найвищу середню температуру за період спостережень зафіксовано у серпні на рівні 22,4 °С, максимальна температура досягала 35,7 °С, мінімальна становила 9,8 °С, кількість опадів було 35,0 мм. У вересні середня температура знизилася до 18,2 °С, максимальна становила 29,8 °С, мінімальна дорівнювала 7,1 °С, а кількість опадів була найменшою – 7,7 мм. Загалом за травень–вересень 2026 р. випало 170,9 мм опадів, а середні місячні температури повітря перебували в межах 16,6–22,4 °С. Найбільш теплими були липень–серпень, тоді як найбільш вологим був липень. Значний дефіцит опадів у червні та вересні та високі температури в серпні формували неоднорідні умови зволоження протягом вегетаційного періоду.

Результати досліджень.

Для оцінювання реакції рослин на досліджувані системи живлення проводили біометричні спостереження. Висоту рослин визначали в третіх декадах з червня по серпень, а наприкінці вегетаційного періоду додатково вимірювали довжину волоті (табл. 1).

Таблиця 1

Динаміка висоти рослин та довжина волоті кіноа залежно від системи живлення, 2026 р., см

Система оптимізації живлення	Висота рослини, см			Довжина волоті, см
	III декада червня	III декада липня	III декада серпня	III декада серпня
1. Без добрив	31,3	61,0	67,6	17,2
2. $N_{50}P_{50}K_{50}$	50,2	80,7	85,6	17,8
3. $N_{25}P_{25}K_{25}$ + мікробні препарати	46,6	65,4	75,6	17,3
4. Мікробні препарати	40,6	68,1	89,5	17,2
$НІР_{0,95}$	3,11	6,45	7,55	1,22

На початку періоду спостережень (III декада червня), найменшу висоту рослин зафіксовано на контрольному варіанті (31,3 см). Застосування $N_{50}P_{50}K_{50}$ забезпечило збільшення висоти до 50,2 см, або на 60,4% порівняно з контролем. За використання $N_{25}P_{25}K_{50}$ у поєднанні з мікробними препаратами висота рослин становила 46,6 см, що на 48,9% перевищувало контроль. Використання лише мікробних препаратів зумовлювало формування висоти рослин кіноа на рівні 40,6 см, або на 29,7% більше відносно контролю.

Станом на III декаду липня висота рослин на контролі становила 61,0 см. Найбільш інтенсивний ріст спостерігався за внесення $N_{50}P_{50}K_{50}$, що дорівнював 80,7 см, що на 32,3% більше контролю. За спільного застосування $N_{25}P_{25}K_{50}$ та комплексу мікробних препаратів висота рослин досягала 65,4 см, тоді як за внесення лише мікробних препаратів даний показник становив 68,1 см.

На кінець вегетації культури (III декада серпня) зазначено висоту рослин на контрольному варіанті на рівні 67,6 см. За використання мінеральних добрив відмічено зростання даного біометричного параметру на 26,6%, за комплексного використання мінеральних добрив та мікробних препаратів – на 11,8%, за використання лише мікробних препаратів – 32,4%.

Впродовж вегетації реакція кіноа на досліджувані системи живлення змінювалася. Якщо на ранніх етапах найбільшу стимулюючу дію забезпечувало мінеральне удобрення $N_{50}P_{50}K_{50}$, то до на кінець вегетації найвищі рослини сформувалися за використання комплексу мікробних препаратів. На нашу думку, це пов’язане з поступовим проявом позитивної дії різних груп мікроорганізмів на фізіологічні процеси та забезпечення рослин доступними елементами живлення (мікроорганізми витрачають певний час на заселення ризосфери коренів рослин).

За параметром довжина волоті істотних розбіжностей між варіантами не відмічено. Встановлено лише позитивну тенденцію щодо зростання даного біометричного параметру за використання мінерального добрива (зафіксовано збільшення довжини волоті кіноа на 0,6 см за використання $N_{50}P_{50}K_{50}$ відносно контролю).

Висновок. Отримані результати показали, що досліджувані системи живлення по-різному впливали на формування рослин кіноа. Мінеральна система удобрення ($N_{50}P_{50}K_{50}$) забезпечувала стабільне прискорення росту та найбільшу довжину волоті, тоді як застосування біологізованої системи удобрення з комплексом мікробних препаратів зумовлювало формування максимальної висоти рослин кіноа наприкінці вегетації (89,5 см). Поєднання половинної норми мінеральних добрив з мікробними препаратами забезпечувало проміжний ефект за висотою рослин.

Література

1. Gámez A. L. et. al. Efect of water stress during grain filling on yield, quality and physiological traits of Illpa and Rainbow quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) cultivars. *Plants*. 2019. 8. 173. DOI: https://doi.org/10.3390/plants8060173.

2. Любич В. В., Войтовська В. І., Третьякова С. О. Біохімічна складова зерна кіноа залежно від сорту. *Інженерія природокористування*. 2021. №3(21). С. 52–56. DOI: https://doi.org/10.37700/enm.2021.3(21).

3. García-Parra M. A. et. al. Effect of temperature on the growth and development of quinoa plants (*Chenopodium quinoa* Willd.): A review on a global scale. *Sylwan*. 2020. 164 (5). P. 411–423.

СУШІННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ ПРИЙМОЧОК ШАФРАНУ ЯК ЧИННИКИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

Серафим С. С., аспірант
Манушкіна Т. М., кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Миколаївський національний аграрний університет,
м. Миколаїв, Україна

Актуальність. Якість шафрану визначається не лише умовами вирощування *Crocus sativus* L., а й післязбиральним обробленням приймочок. Сушіння забезпечує видалення вологи та супроводжується перетвореннями сполук, які формують колір, смак і аромат прянощів. Подальше зберігання може змінювати досягнуті показники, тому ці етапи доцільно розглядати як єдину технологічну послідовність [1]. Для українських виробників питання збереження якості має практичне значення: у дослідженні О. О. Михайленко встановлено відмінності спектрофотометричних характеристик зразків шафрану з різних регіонів України [2]. Водночас такі відмінності не можна пояснювати

виключно способом сушіння, оскільки зразки відрізнялися також походженням та умовами отримання.

Мета роботи – узагальнити вплив сушіння та зберігання на якісні характеристики приймочок шафрану й визначити технологічні параметри, які доцільно контролювати для збереження якості продукції.

Матеріали та методи. Здійснено оглядово-аналітичне зіставлення опублікованих даних про режими сушіння, умови зберігання та оцінювання якості шафрану [1–4]. Власних експериментів не проводили. Кількісні параметри розглянуто в межах умов відповідних досліджень, без статистичного об'єднання неоднорідних результатів.

Результати та обговорення. Основними сполуками, пов’язаними з якістю шафрану, є кроцини, пікрокроцин і шафраналь. Кроцини зумовлюють забарвлення, пікрокроцин – гіркий смак, а шафраналь є важливим компонентом аромату. У процесі післязбирального оброблення пікрокроцин бере участь у перетвореннях, що призводять до утворення шафраналю [1, 3]. Отже, сушіння не є лише механічним видаленням води: воно змінює співвідношення компонентів прянощів. Збільшення ароматичного показника саме по собі не свідчить про одночасне поліпшення всіх характеристик продукції.

Порівняння джерел показує, що оцінювати режим сушіння лише за температурою недостатньо. У розділі A. Hemmati Kakhki наведено результати, за якими сушіння в електричній шафі за 60 °C упродовж 2,5 год краще зберігало забарвлювальні властивості порівняно з іншими дослідженими способами [1]. Натомість в огляді K. Lachguer та співавторів узагальнено дані про режим 60 °C упродовж 55 хв як сприятливий для вмісту кроцину та пікрокроцину, а 55 °C впродовж 90 хв – для вмісту шафраналю [3]. Ці приклади не є взаємозамінними виробничими рекомендаціями: вони стосуються різних досліджень і критеріїв оцінювання. Їх зіставлення свідчить про необхідність враховувати одночасно температуру, тривалість оброблення та цільовий показник якості.

Тривале сушіння за недостатньої інтенсивності видалення вологи може створювати умови для ферментативних змін і розвитку мікроорганізмів [1]. Водночас скорочення процесу не повинно досягатися безконтрольним підвищенням температури: в оглядових даних різні способи сушіння неоднаково впливали на окремі компоненти шафрану [3]. Тому вибір обладнання та режиму доцільно обґрунтовувати не максимальною швидкістю зневоднення, а відтворюваністю процесу і збереженням сукупності показників. Для зіставлення виробничих партій слід фіксувати завантаження сушарки, товщину шару приймочок, умови повітрообміну, фактичні температуру й тривалість оброблення та кінцевий стан висушеної сировини.

Зберігання є продовженням технології забезпечення якості. У монографії наведено дослідження, в якому шафран із вологістю 6, 10 і 14% зберігали протягом року за температур 4, 20 і 40 °C. Узагальнений результат свідчив про краще збереження якості за нижчих температур і меншої вологості продукції [1]. Наведені величини характеризують експериментальні варіанти, а не нормативні межі. Температуру сховища, вологість самих приймочок та відносну вологість

повітря необхідно розрізняти як окремі чинники. Захист від світла, кисню та повторного зволоження залежить також від властивостей упаковки [1, 3].

Зміни під час зберігання можуть бути різноспрямованими. В огляді K. Lachguer та співавторів описано зниження вмісту кроцинів і пікрокроцину та можливе зростання вмісту шафраналю в процесі зберігання [3]. Отже, посилення аромату не слід ототожнювати зі збереженням забарвлювальної здатності. Для вибору упаковки важливими є її захисні властивості, а не лише назва матеріалу. Доцільно перевіряти герметичність закривання, захист від світла й вологи та стабільність показників упродовж запланованого строку зберігання. Переносити строк придатності з іншого дослідження без урахування упаковки та умов зберігання необґрунтовано.

Для практичного застосування результатів аналізу запропоновано перелік параметрів технологічного контролю (табл. 1). Він є авторським узагальненням літературних даних, а не експериментально перевіреним регламентом.

Аналітичний контроль має доповнювати реєстрацію технологічних параметрів. У роботі О. О. Михайленко та співавторів розглянуто визначення втрати в масі під час висушування, ідентифікацію сировини, контроль домішок та спектрофотометричне оцінювання характеристик, пов’язаних із пікрокроцином, шафраналем і кроцинами, за довжин хвиль 257, 330 і 440 нм відповідно [4]. Ці показники доцільно зіставляти для однієї партії після сушіння та на визначених етапах зберігання, використовуючи однакові методики. При цьому втрата в масі під час висушування є окремим аналітичним показником, а не автоматично точним визначенням лише вмісту води. Контроль кольору й аромату також не замінює перевірки мікробіологічної безпечності продукції [1].

Таблиця 1

Параметри контролю післязбирального оброблення шафрану

Етап	Що контролювати	Призначення контролю
До сушіння	Час очікування, захист квіток від світла, забруднення та ущільнення	Збереження вихідного стану сировини
Сушіння	Температура, тривалість, завантаження, шар приймочок і повітрообмін	Відтворюваність режиму та зіставність партій
Пакування і зберігання	Вологість продукції, захисні властивості упаковки, температура, вологість повітря, освітлення	Обмеження повторного зволоження та змін якості
Оцінювання партії	Втрата в масі під час висушування, спектрофотометричні характеристики, ідентичність і домішки	Підтвердження якості після сушіння та в процесі зберігання

Висновки. Збереження якості приймочок шафрану потребує узгодженого керування сушінням, пакуванням і зберіганням. Універсальний режим сушіння не може бути обґрунтований лише значенням температури: необхідно враховувати тривалість процесу, умови зневоднення та різноспрямовані зміни компонентів. Під час зберігання важливі контроль температури й вологості,

захист від світла та належні властивості упаковки. Практичним результатом огляду є визначення параметрів, які доцільно включати до обліку виробничих партій і перевіряти разом з аналітичними характеристиками продукції. Подальшої експериментальної перевірки потребують конкретні поєднання режимів сушіння й упаковки для шафрану українського походження, а також їхня енергоефективність і вплив на стабільність якості.

Література

1. Hemmati Kakhki A. Processing, chemical composition and the standards of saffron. Saffron (Crocus sativus): Production and Processing / ed. by M. Kafi, A. Koocheki, M. H. Rashed, M. Nassiri. Boca Raton : CRC Press, 2010. P. 169–220.

2. Михайленко О. О. Дослідження біологічно активних речовин приймочок крокусу посівного (шафрану) з України. *Фармацевтичний журнал*. 2019. Т. 74, № 6. С. 70–76. DOI: 10.32352/0367-3057.6.19.08.

3. Lachguer K., Boudadi I., Lachheb M., Beraouz I., El Merzougui S., Ben El Caid M., Lagram K., Serghini M. A. Saffron (Crocus sativus L.) cultivation and properties: a review. *International Journal of Horticultural Science and Technology*. 2025. Vol. 12, No. 2. P. 627–646. DOI: 10.22059/ijhst.2024.377028.855.

4. Михайленко О. О., Котов А. Г., Котова Е. Е., Сіра Л. М., Ковальов В. М., Георгіянц В. А. Розробка методик стандартизації приймочок крокусу посівного (шафран) для внесення у проєкт монографії Державної фармакопеї України. Журнал органічної та фармацевтичної хімії. 2021. Т. 19, вип. 1 (73). С. 32–41. DOI: 10.24959/ophcj.21.179933.

ОПТИМІЗАЦІЯ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ДЛЯ МІНІМІЗАЦІЇ ВПЛИВУ КЛІМАТИЧНИХ СТРЕСІВ

Сидякіна О. В., к. с.-г. н., доцент
Херсонський державний аграрно-економічний університет,
м. Кропивницький, Україна

Сучасне сільськогосподарське виробництво функціонує в умовах зростання мінливості погодних чинників, що обумовлює необхідність перегляду традиційних підходів до технологій вирощування культур. Кліматичні зміни проявляються не лише поступовим підвищенням середньорічної температури, а і збільшенням частоти та тривалості екстремальних явищ – посух, хвиль спеки, нерівномірного випадіння опадів, інтенсивних злив, суховіїв, пізніх весняних і ранніх осінніх заморозків. Для аграрного виробництва особливо небезпечним є поєднання дефіциту вологи з високою температурою повітря. Комплексна взаємодія теплового та водного стресів істотно посилює негативний вплив на фізіологічні процеси рослин і продуктивність посівів [1, 2].

Для України проблема кліматичної адаптації агровиробництва набуває особливої актуальності. Просторово-часова неоднорідність опадів, тривалі бездощові періоди, високі температури у весняно-літній період та зростання частоти погодних аномалій безпосередньо впливають на формування сталих рівнів урожайності вирощуваних культур [3, 4].

За таких умов агротехнології мають забезпечувати не лише реалізацію генетичного потенціалу вирощуваних культур, а і знижувати чутливість посівів до стресових чинників навколишнього середовища. З огляду на це, актуальності набуває перехід від орієнтації виключно на максимальні рівні врожайності до створення технологій з високою адаптивністю, ресурсоефективністю та сталою продуктивністю в широкому діапазоні погодних умов [5, 6].

Одним із основних напрямів адаптації є обґрунтований добір сортів і гібридів. Генетично обумовлені відмінності між генотипами проявляються у здатності рослин формувати потужну кореневу систему, ефективно використовувати ґрунтову вологу та поживні речовини, здійснювати активну фотосинтетичну діяльність, а також відновлювати фізіологічні функції після короткочасних впливів стресових чинників. У нестабільних кліматичних умовах перевагу доцільно надавати не лише високопродуктивним, але й адаптивним сортам і гібридам, здатним забезпечувати сталу продуктивність за дефіциту вологи та підвищених температур. Для України селекція на посухо- і жаростійкість є одним із перспективних напрямів кліматично орієнтованого землеробства [7].

Важливим агротехнологічним прийомом є оптимізація строків сівби. Зміна температурного режиму впродовж вегетаційного періоду може прискорювати проходження окремих фенологічних фаз і зміщувати періоди максимального водоспоживання. Коригування строків сівби дозволяє частково уникнути збігу найбільш чутливих фаз розвитку рослин з екстремально високими температурами або дефіцитом вологи. Водночас строки сівби не слід розглядати ізольовано від інших технологічних чинників. Їх ефективність визначається культурою, сортом або гібридом, температурою ґрунту, запасами продуктивної вологи, системою живлення, густотою посіву та прогнозованими погодними умовами. Тому перспективним є застосування адаптивних строків сівби, встановлених не лише за календарною датою, а і за сукупністю агрометеорологічних показників [8].

Не менш важливою є густота стояння рослин. Надмірне загущення посівів за умов дефіциту вологи посилює конкуренцію між рослинами за воду та поживні речовини, збільшує транспіраційні витрати та прискорює виснаження запасів ґрунтової вологи. З іншого боку, надмірне зрідження посівів знижує ефективність використання площі живлення та потенціал формування врожаю. Тому оптимальну густоту необхідно встановлювати диференційовано – з урахуванням біологічних особливостей культури, сорту або гібриду, рівня родючості ґрунту, вологозабезпечення та очікуваних погодних умов [5, 9].

У сучасних умовах доцільно застосовувати поняття адаптивної густоти посіву, яку коригують для конкретного поля. За достатніх запасів продуктивної

вологи або регульованого вологозабезпечення густота може бути вищою, а в посушливих умовах її доцільно знижувати. Такий підхід зменшує внутрішньовидову конкуренцію та підвищує ефективність використання обмежених ресурсів [10].

Особливого значення за кліматичних стресів набуває оптимізація водного режиму посівів. Дефіцит води зменшує продихову провідність, обмежує надходження вуглекислого газу до листків, знижує інтенсивність фотосинтезу, порушує транспортування асимілянтів та елементів живлення. Унаслідок цього скорочується період активної роботи листкового апарату та погіршується формування генеративних органів [1].

Важливим напрямом адаптації є збереження ґрунтової вологи. Раціональний обробіток ґрунту, залишення рослинних решток на поверхні, мульчування, мінімізація проходів техніки та запобігання надмірному ущільненню ґрунту забезпечують формування сприятливого водно-повітряного режиму. Конкретну систему обробітку слід обирати з урахуванням типу і гранулометричного складу ґрунту, запасів вологи, кількості рослинних решток та погодних умов.

Перспективним є поєднання традиційних агротехнологічних заходів із принципами ґрунтозберігаючого та ресурсозберігаючого землеробства. Систематичне застосування таких прийомів зменшує випаровування, підвищує водоутримувальну здатність ґрунту та покращує його структурний стан. Дослідження кліматично орієнтованих технологій свідчать, що комплекс адаптаційних заходів, зазвичай, є більш ефективним, ніж будь-який окремий агроприйом [5, 6].

Важливою складовою адаптивної технології є оптимізація мінерального живлення. Збалансоване забезпечення рослин азотом, фосфором, калієм і мікроелементами підтримує ріст, фотосинтез, водний баланс та формування врожаю за несприятливих погодних умов.

Особливого значення в умовах водного дефіциту набуває калій, який бере участь у регуляції продихового апарату, підтриманні водного балансу та роботі ферментативних систем. Достатнє калійне живлення підвищує стійкість рослин до несприятливих умов, проте надлишкове внесення добрив не є універсальним способом адаптації. Ефективність системи живлення залежить від забезпеченості ґрунту елементами, біологічних потреб культури та співвідношення поживних речовин [11].

Окремої уваги потребує азотне живлення. Надлишок азоту стимулює формування надмірної вегетативної маси та підвищує потребу рослин у воді, його нестача – обмежує розвиток фотосинтетичного апарату і продуктивність. За нестабільного зволоження доцільно застосовувати диференційоване внесення азотних добрив з урахуванням запасів мінерального азоту в ґрунті, запланованого рівня врожайності та погодних умов [12].

У сучасних системах землеробства перспективним є точне та диференційоване живлення, за якого дози добрив визначають з урахуванням просторової неоднорідності ґрунтових властивостей і потреб рослин. Це

підвищує ефективність використання добрив і зменшує непродуктивні витрати ресурсів. Точне управління живленням є важливою складовою продуктивності та адаптивності агроекосистем [5, 6, 11, 12].

Важливою складовою адаптивної технології є також позакореневе живлення та використання біостимуляторів, особливо у періоди, коли функціонування кореневої системи обмежується дефіцитом вологи. Проте ці заходи доцільно розглядати як доповнення до оптимальної системи ґрунтового живлення, а не як її заміну. Ефективність позакореневих обробок значною мірою залежить від строків застосування, температури, вологості повітря, стану рослин та забезпеченості основними елементами живлення.

Окремим напрямом адаптації є регулювання структури посіву та площі живлення рослин. Зменшення конкуренції за воду та елементи живлення сприяє підтриманню фізіологічної активності рослин у посушливі періоди, але надмірне зрідження посівів призводить до неповного використання сонячної радіації та зниження потенціалу продуктивності. Тому оптимальне співвідношення густоти, площі листкової поверхні та ресурсного забезпечення необхідно встановлювати для кожної культури та конкретних ґрунтово-кліматичних умов [10].

Важливо також враховувати взаємодію кліматичних стресів із фітосанітарним станом посівів. Зміни температури та вологості впливають на поширення шкідників і збудників хвороб, а ослаблені посухою рослини меншою мірою спроможні до відновлення. Тому адаптивна технологія повинна передбачати інтегрований захист рослин, регулярний моніторинг посівів і прийняття рішень за фактичного рівня загрози [13].

Вирішальне значення має своєчасність проведення технологічних операцій. За нестабільної погоди календарний підхід до польових робіт часто є недостатньо ефективним. Механічний обробіток надмірно вологого ґрунту може призвести до його ущільнення, а обробіток надмірно сухого ґрунту – посилити втрати вологи. Внесення добрив і застосування засобів захисту також необхідно узгоджувати з прогнозом погоди та фізіологічним станом рослин. Для цього доцільно використовувати агрометеорологічний моніторинг і цифрові технології. Дані про температуру, опади, запаси ґрунтової вологи, прогноз екстремальних погодних явищ, стан посівів і супутникові індекси дозволяють своєчасно коригувати технологічні операції та переходити від стандартних схем до гнучкого управління посівами [14].

Узагальнюючи основні напрями адаптації, можна виділити декілька взаємопов’язаних блоків: генетичний, агротехнічний, водогосподарський, агрохімічний, фітосанітарний та інформаційно-аналітичний (рис. 1). Генетичний блок передбачає використання адаптивних сортів і гібридів; агротехнічний – оптимізацію строків сівби, густоти рослин та обробітку ґрунту; водогосподарський – збереження та ефективне використання вологи; агрохімічний – збалансоване живлення; фітосанітарний – інтегрований захист рослин; інформаційно-аналітичний – моніторинг погодних умов і стану посівів. Саме комплексна оптимізація зазначених складових є найперспективнішим

шляхом зменшення негативного впливу кліматичних стресів. Концепція кліматично орієнтованого сільського господарства передбачає одночасне підвищення продуктивності, стійкості агровиробництва до кліматичних змін і ефективності використання природних ресурсів [5, 6].



Рис. 1. Комплексна взаємопов'язана система адаптації агровиробництва до кліматичних стресів

Для умов України особливо актуальним є диференційований підхід до вибору адаптаційних заходів залежно від природно-кліматичної зони. У Степу першочергового значення набувають заходи зі збереження вологи, оптимізації густоти посівів, добору посухостійких генотипів та раціонального використання зрошення. У Лісостепу важливими є регулювання строків сівби, оптимізація живлення та управління надлишком і дефіцитом вологи. На Поліссі, де посушливі періоди можуть чергуватися з перезволоженням, водорегулювання необхідно поєднувати з адаптацією строків технологічних операцій.

Сучасні дослідження переходять від загальної оцінки наслідків кліматичних змін до обґрунтування конкретних технологічних рішень для окремих культур і регіонів України. Зокрема, моделювання вирощування пшениці озимої в Південному Степу дозволяє оптимізувати технологію з урахуванням майбутніх кліматичних сценаріїв, посушливості та режимів зрошення [15].

Адаптивну агротехнологію доцільно розглядати як динамічну систему управління, в якій технологічні рішення коригують залежно від фактичного стану ґрунту, рослин і прогнозованих погодних умов. Її метою є не повне усунення впливу кліматичних стресів, що практично неможливо, а зниження їх негативної дії та забезпечення максимально можливої продуктивності (рис. 2).



Рис. 2. Циклічна система управління агротехнологіями

Таким чином, кліматичні зміни обумовлюють перехід від традиційних технологій вирощування до адаптивних агротехнологічних систем, здатних підтримувати стабільну продуктивність за дефіциту вологи, високих температур та інших екстремальних погодних умов. Основними напрямами адаптації є оптимізація строків сівби, густоти рослин, обробітку ґрунту, водного і поживного режимів, а також використання сортів і гібридів із підвищеною стійкістю до абіотичних стресів. Ефективність кожного прийому залежить від конкретних ґрунтово-кліматичних умов. Тому окремі заходи доцільно поєднувати з регулярним агрометеорологічним і фітосанітарним моніторингом та оперативним коригуванням технологічних операцій. Оптимізація агротехнологічних прийомів є практичним інструментом адаптації рослинництва до кліматичних змін. Її результативність слід визначати за стабільністю врожаю, ефективністю використання води і добрив, економічними показниками та екологічним навантаженням.

Література

1. Cotrina Cabello G. G., Ruiz Rodriguez A., Gondal A. H. et al. Plant adaptability to climate change and drought stress for crop growth and production. *CABI Reviews*. 2023. DOI: 10.1079/cabireviews.2023.0004.

2. Anderson W., Rigden A. J., Coast O. et al. Compound heat and moisture extreme impacts on global crop yields under climate change. *Nature Reviews Earth & Environment*. 2022. Vol. 3. P. 872–889. DOI: 10.1038/s43017-022-00368-8.

3. Fang M., Jin S., Deininger K., Gammans M. Heterogenous climate im-pacts on crop yields: evidence from Ukraine. *Environmental Research Communications*. 2023. Vol. 5, No. 10. P. 105015. DOI: 10.1088/2515-7620/acde36.

4. Balabukh V. O., Dovhal H. P., Semeniuk I. V., Yahodynets S. M. Weather anomalies as a factor of agroclimatic risks for Ukraine's agriculture under climate change. *Agricultural Science and Practice*. 2026. Vol. 13, No. 2. P. 34–50. DOI:

10.15407/agrisp13.02.034.

5. Begna T., Wakweya R. B. Mitigating climate change impacts on food security via climate-smart agriculture. *Plant Stress*. 2026. Vol. 19. P. 101152. DOI: 10.1016/j.stress.2025.101152.

6. Mengistie B. T., Ray R. L. Global dynamics of climate smart agricultural practices and technologies: Recent advancements, challenges and potential future pathways – A review. *Agricultural Systems*. 2026. Vol. 231. P. 104570. DOI: 10.1016/j.agsy.2025.104570.

7. Базалій В. В., Домарацький Є. О., Базалій Г. Г. та ін. Наукові основи селекції озимої пшениці на агроекологічну адаптивність : монографія. Миколаїв : МНАУ, 2024. 244 с.

8. Dadrasi A., Soltani E., Makowski D., Lamichhane J. R. Does shifting from normal to early or late sowing dates provide yield benefits? A global meta-analysis. *Field Crops Research*. 2024. Vol. 318, No. 1. P. 109600. DOI: 10.1016/j.fcr.2024.109600.

9. Yang X., Sun S., Li H. et al. Optimizing fertilizer and planting density to stabilize yields and improve water use efficiency in rain-fed wheat–maize rotations. *European Journal of Agronomy*. 2026. Vol. 173. P. 127916. DOI: 10.1016/j.eja.2025.127916.

10. Іванів М. О., Сидякіна О. В., Гамула Є. А. Формування якості зерна гібридів кукурудзи марки DEKALB залежно від густоти стояння рослин та позакореневих підживлень мікродобривами. *Аграрні інновації*. 2025. № 32. С. 89–94. DOI: 10.32848/agrar.innov.2025.32.14.

11. Гамаюнова В. В., Сидякіна О. В. Калійне живлення і його баланс в Україні та країнах світу. *Таврійський науковий вісник.* 2025. № 141. Ч. 1. С. 38–49. DOI: 10.32782/2226-0099.2024.141.1.6.

12. Gamayunova V., Sydiakina O. The problem of nitrogen in modern agriculture. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*. 2023. Vol. 27. № 3. P. 46–61. DOI: 10.56407/bs.agrarian/3.2023.46.

13. Heeb L., Jenner E., Cock M. J. W. Climate-smart pest management: building resilience of farms and landscapes to changing pest threats. *Journal of Pest Science*. 2019. Vol. 92. P. 951–969. DOI: 10.1007/s10340-019-01083-y.

14. Weiss M., Jacob F., Duveiller G. Remote sensing for agricultural applications: A meta-review. *Remote Sensing of Environment*. 2020. Vol. 236. P. 111402. DOI: 10.1016/j.rse.2019.111402.

15. Жигайло Т. С., Жигайло О. Л. Оптимізація вирощування пшениці озимої з урахуванням сценарію RCP8.5 в умовах Південного Степу України. *Аграрні інновації*. 2026. № 36. С. 113–119. DOI: 10.32848/agrar.innov.2026.36.16.

УРОЖАЙНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТА ФОНУ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ

Смірнова І. В., к. с.-г. н., доцент
Ященко Н. В., здобувач вищої освіти
Семенова В. С., здобувач вищої освіти
Миколаївський національний аграрний університет,
м. Миколаїв, Україна

Урожайність пшениці озимої є комплексним показником, який формується внаслідок взаємодії генотипових особливостей сорту, рівня мінерального живлення та умов вирощування. Важливе значення для реалізації потенціалу продуктивності мають оптимізація поживного режиму ґрунту та добір сортів, здатних ефективно використовувати доступні елементи живлення. Особливого значення ці питання набувають за умов мінливості погодних факторів, коли ефективність окремих елементів технології вирощування може суттєво змінюватися. Аналіз структури врожаю також дає можливість встановити механізми формування продуктивності та визначити реакцію сортів на зміну фону живлення [1–3].

Метою досліджень було визначити вплив сортових особливостей та різних фонів мінерального живлення на урожайність і окремі елементи структури врожаю пшениці озимої в умовах досліджень 2024–2025 рр.

У дослідженнях вивчали три сорти пшениці озимої: Нива одеська, Гурт та Пилипівка. Фактором В був фон мінерального живлення: без використання добрив, $N_{30}P_{30}$ (норма), $N_{60}P_{30}$, $N_{30}P_{30}$ + N_{30} навесні, $N_{30}P_{30}$ + N_{30} у фазі колосіння та розрахункова доза добрив на запланований урожай. Ефективність досліджуваних факторів оцінювали за урожайністю зерна та показниками структури врожаю.

Аналіз структури врожаю показав, що збільшення рівня мінерального живлення супроводжувалося підвищенням кількості продуктивних стебел. У середньому за 2024–2025 рр. у сорту Нива одеська їх кількість зростала від 374 шт./м^2 за вирощування без добрив до 442 шт./м^2 за внесення розрахункової дози добрив. У сорту Гурт відповідні показники становили 362 і 423 шт./м^2, а у сорту Пилипівка – 345 і 411 шт./м^2. Отже, максимальну кількість продуктивних стебел сформував сорт Нива одеська за розрахункової дози добрив – 442 шт./м^2. Порівняно із сортом Гурт цей показник був більшим на 19 шт./м^2, а порівняно з Пилипівкою – на 31 шт./м^2.

Зі збільшенням дози добрив також підвищувалася частка продуктивних стебел. У сорту Нива одеська цей показник зростав від 82,4% у контролі до 86,3% за розрахункової дози добрив; у сорту Гурт – відповідно від 80,8 до 85,8%, у Пилипівки – від 81,2 до 85,4%. Одночасно маса 1000 зерен у сорту Нива одеська збільшувалася від 39,3 до 42,5 г, у сорту Гурт – від 39,3 до 42,2 г, а у сорту Пилипівка – від 38,9 до 41,9 г.

Урожайність зерна істотно залежала від рівня мінерального живлення. У 2024 р. середня урожайність за фактором живлення зростала від 3,09 т/га у варіанті без добрив до 4,18 т/га за розрахункової дози добрив. Приріст порівняно з контролем становив 1,09 т/га, або близько 35,3%. Серед сортів найвищу середню урожайність сформував Нива одеська – 3,81 т/га, тоді як у сортів Гурт і Пилипівка вона становила відповідно 3,67 та 3,62 т/га. $НІР_{05}$ становила 0,14 т/га для фактора А та 0,25 т/га для фактора В.

У 2025 р. загальний рівень урожайності був вищим. Середня урожайність за фоном живлення збільшувалася від 3,34 т/га у контрольному варіанті до 5,03 т/га за розрахункової дози добрив. Найвищу середню урожайність за сортами сформував Нива одеська – 4,43 т/га, тоді як у сортів Гурт та Пилипівка цей показник становив відповідно 4,28 та 4,23 т/га. $НІР_{05}$ становила 0,05 т/га для фактора А та 0,48 т/га для фактора В.

У середньому за 2024–2025 рр. найвищу урожайність зерна отримано за розрахункової дози добрив – 4,61 т/га, що на 1,39 т/га, або 43,2%, більше порівняно з варіантом без використання добрив (3,22 т/га). За внесення $N_{30}P_{30}$ урожайність становила 3,69 т/га, $N_{60}P_{30}$ – 3,98 т/га, $N_{30}P_{30} + N_{30}$ навесні – 4,33 т/га, а за $N_{30}P_{30} + N_{30}$ у фазі колосіння – 4,20 т/га. Таким чином, посилення мінерального живлення забезпечувало послідовне підвищення урожайності зерна.

За середніми показниками фактору А найвищу урожайність сформував сорт Нива одеська – 4,12 т/га. У сортів Гурт і Пилипівка цей показник становив відповідно 3,98 та 3,91 т/га. Отже, перевага Ниви одеської порівняно з Гуртом становила 0,14 т/га, а порівняно з Пилипівкою – 0,21 т/га. Найменшу урожайність отримано у сорту Пилипівка за вирощування без добрив – 3,15 т/га.

Найбільша реакція сортів на мінеральне живлення проявлялася у прирості врожаю. У сорту Нива одеська за внесення $N_{30}P_{30}$ урожайність зросла на 0,52 т/га, за $N_{60}P_{30}$ – на 0,81 т/га, за $N_{30}P_{30} + N_{30}$ навесні – на 1,14 т/га, за $N_{30}P_{30} + N_{30}$ у фазі колосіння – на 1,02 т/га, а за розрахункової дози – на 1,38 т/га, або 41,7%, порівняно з контролем. У сорту Гурт максимальний приріст за розрахункової дози становив 1,40 т/га, або 43,8%, а у сорту Пилипівка – 1,39 т/га, або 44,1%.

Таким чином, найбільш ефективним за формуванням урожайності виявилося застосування розрахункової дози мінеральних добрив. У середньому за 2024–2025 рр. цей варіант забезпечив 4,61 т/га зерна, що на 1,39 т/га перевищувало контроль. Поряд із цим позитивний ефект забезпечували дробне внесення добрив – $N_{30}P_{30} + N_{30}$ навесні та $N_{30}P_{30} + N_{30}$ у фазі колосіння, за яких урожайність становила відповідно 4,33 та 4,20 т/га.

Отримані результати свідчать, що сорт Нива одеська характеризувався найвищою середньою урожайністю та сформував найбільшу кількість продуктивних стебел. Водночас максимальні відносні прирости врожаю за розрахункової дози добрив спостерігалися у сортів Гурт і Пилипівка – 43,8 та 44,1% відповідно. Це свідчить про різну інтенсивність реакції генотипів на підвищення рівня мінерального живлення.

Висновки. У середньому за 2024–2025 рр. урожайність пшениці озимої істотно залежала від сорту та фону мінерального живлення. Найвищу середню урожайність сформовано за розрахункової дози добрив – 4,61 т/га, що на 43,2% більше порівняно з контролем. Серед досліджуваних сортів найбільш продуктивним був Нива одеська – 4,12 т/га. Максимальну кількість продуктивних стебел 442 шт./м^2 – цей сорт сформував за розрахункової дози добрив. Найбільші прирости врожаю за розрахункового рівня живлення становили 1,38 т/га у Ниви одеської, 1,40 т/га у Гурта та 1,39 т/га у Пилипівки. Отримані результати підтверджують доцільність диференційованого підходу до вибору фону мінерального живлення з урахуванням сортових особливостей пшениці озимої.

Література

1. Дробітько А. В., Смірнова І. В., Байсен І. Продуктивність пшениці озимої залежно від передпосівної обробки насіння в умовах Півдня України. *Аграрні інновації*. 2025. Вип. 29. С. 312–318. DOI: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.48.
2. Марковська О. Є., Гречишкіна Т. А. Продуктивність сортів пшениці озимої залежно від елементів технології вирощування в умовах Південного Степу України. *Агробіологія*. 2020. № 1. С. 96–103. DOI: 10.33245/2310-9270-2020-157-1-96-103.
3. Панфілова А. В., Вербицький П. П. Урожайність сортів пшениці ози-мої залежно від удобрення в умовах Півдня України. *Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання продукції рослинництва* : матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Миколаїв, 19–20 березня 2026 року). Миколаїв : МНАУ, 2026. С. 166–169.

ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ НА ЗМІНИ БІОЛОГІЧНОГО ЦИКЛУ *AGRIOTES SPUTATOR* В УМОВАХ РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Солодка Т. М., к. с.-г. н., доцент
Опанасюк Д. В., студент
Національний університет водного господарства та gприродокористування, м. Рівне, Україна
Солодка О. В., молодший науковий співробітник
New York Academy of Sciences

Сучасні зміни клімату супроводжуються підвищенням середніх температур, зміною тривалості сезонів, частішим виникненням температурних аномалій та зміщенням строків настання основних фенологічних періодів [1]. Такі зміни безпосередньо впливають на життєдіяльність комах, оскільки

температура є одним із ключових абіотичних факторів, що визначає швидкість їхнього росту, розвитку, живлення, розмноження та виживання.

Особливого значення набуває вивчення реакції ґрунтових шкідників на зміну температурного режиму. До економічно важливих фітофагів належить ковалик посівний (*Agriotes sputator* L.), личинки якого, відомі як дротяники, пошкоджують підземні органи рослин[2,3]. Вони можуть живитися насінням, проростками, кореневою системою та підземними частинами стебла сільськогосподарських культур. Пошкодження личинками особливо небезпечні на ранніх етапах розвитку рослин, коли навіть незначне травмування кореневої системи може призводити до ослаблення або загибелі рослин[4].

Рівненська область характеризується помірно континентальними кліматичними умовами, однак упродовж останніх десятиліть спостерігаються зміни температурного режиму, зокрема підвищення температури в окремі сезони та зміщення строків початку й завершення вегетаційного періоду. Це може змінювати темпи розвитку *Agriotes sputator*, строки появи імаго, активність личинок, тривалість окремих стадій розвитку та умови перезимівлі.

Таким чином, дослідження залежності біологічного циклу *A. sputator* від температурних умов є важливим для прогнозування його чисельності та своєчасного планування заходів захисту сільськогосподарських культур.

Мета дослідження – встановити характер залежності строків проходження основних фаз біологічного циклу *Agriotes sputator* від температурного режиму в умовах Рівненської області та оцінити можливі зміни фенології виду за умов сучасних кліматичних тенденцій.

Дослідження проводилось на території сільськогосподарських угідь Рівненської області з використанням польових фенологічних спостережень та аналізу метеорологічних даних. У ході досліджень здійснюється моніторинг появи та сезонної активності *Agriotes sputator*, визначаються строки появи імаго, періоди їхньої максимальної активності, а також наявність личинок у ґрунті.

Для оцінювання впливу температури використовують дані про середньодобову, середньомісячну та максимальну й мінімальну температуру повітря і ґрунту. Особливу увагу приділяють температурним показникам у весняний період, коли відбувається відновлення активності перезимувалих особин, а також у весняно-літній період, що є важливим для розмноження та розвитку потомства.

Фенологічні спостереження можуть проводитися за допомогою ґрунтових обстежень, ентомологічних обліків та феромонних пасток для визначення строків льоту імаго. Отримані результати порівнюють із відповідними метеорологічними показниками. Для встановлення сили зв'язку між температурою та фенологічними показниками виду застосовують кореляційний і регресійний аналіз.

Життєвий цикл *Agriotes sputator* тісно пов'язаний із температурою та вологістю ґрунту. Значну частину життєвого циклу вид проходить у ґрунті, тому температурні умови ґрунтового середовища мають особливе значення для його розвитку. Температура впливає на інтенсивність обміну речовин, рухливість

личинок, споживання корму та швидкість проходження послідовних стадій розвитку.

Весняне підвищення температури сприяє поступовому відновленню активності перезимувалих особин. За раннього встановлення стійкого теплого періоду фенологічні фази можуть зміщуватися на більш ранні календарні строки. Це стосується насамперед початку активності імаго та періоду їхнього розмноження. Відповідно, ранні строки відкладання яєць можуть призводити до більш ранньої появи молодих личинок.

Підвищення температури у весняно-літній період, за сприятливого рівня вологості ґрунту, може прискорювати розвиток личинок. Водночас температурний фактор не діє ізольовано. Високі температури в умовах недостатнього зволоження ґрунту можуть, навпаки, погіршувати умови існування личинок, змінювати їх вертикальну міграцію в ґрунті та впливати на доступність кормових ресурсів.

Особливе значення має тривалість теплого періоду. Збільшення кількості днів із температурою, сприятливою для активного розвитку комах, потенційно може спричиняти зміщення строків окремих фенологічних фаз та скорочення тривалості деяких етапів розвитку. У результаті змінюється синхронізація життєвого циклу шкідника з фазами розвитку його кормових рослин.

Для агроценозів Рівненської області це має практичне значення. Якщо активність *A. sputator* припадає на період проростання та раннього розвитку сільськогосподарських культур, ризик пошкодження рослин може зростати. Особливо небезпечним є пошкодження насіння, проростків та молодої кореневої системи, оскільки воно може знижувати густоту стояння рослин і негативно позначатися на їхній подальшій продуктивності.

Зміна температурного режиму може також впливати на строки проведення моніторингових заходів. За традиційного підходу календарні строки обліку шкідника можуть виявитися недостатньо точними, якщо фенологічні фази зміщуються під впливом погодних умов. Тому прогнозування активності *A. sputator* доцільно здійснювати з урахуванням фактичної температури повітря та ґрунту.

Важливим показником для прогнозування розвитку комах є накопичення ефективних температур. Використання суми ефективних температур дає можливість пов'язувати настання певних фенологічних фаз не лише з календарною датою, а з фактичними температурними умовами конкретного року. Такий підхід може підвищити точність прогнозування строків появи та активності *A. sputator* в умовах Рівненської області.

Порівняння років із різними температурними характеристиками дає змогу виявити тенденції зміщення фенології виду. У роки з ранньою весною та підвищеними температурами можна очікувати більш раннього початку активності. За прохолодної весни розвиток уповільнюється, а строки появи імаго та інших активних стадій можуть зміщуватися на пізніший період.

Отже, сучасні температурні зміни можуть мати подвійний ефект: з одного боку, вони здатні прискорювати розвиток *A. sputator* та зміщувати його

фенологічні строки, а з іншого – надмірне прогрівання ґрунту в умовах дефіциту вологи може створювати несприятливі умови для окремих стадій розвитку. Тому прогнозування чисельності шкідника має базуватися на комплексному аналізі температури, вологості ґрунту, опадів та агротехнічних умов.

Отримані результати можуть бути використані для вдосконалення системи моніторингу та прогнозування чисельності ковалика посівного в агроценозах Рівненської області. Визначення зв'язку між температурними показниками та фенологічними фазами *A. sputator* дозволить точніше встановлювати періоди підвищеної активності шкідника та своєчасно проводити обстеження посівів.

Застосування фенологічного прогнозу, заснованого на фактичних температурних показниках, може сприяти більш раціональному використанню заходів захисту рослин. Це особливо актуально в умовах зміни клімату, коли календарні строки появи та розвитку шкідників можуть відрізнятися від багаторічних середніх значень.

Отже, температурний режим є одним із основних абіотичних факторів, що визначають швидкість розвитку та сезонну активність *Agriotes sputator*. Підвищення температури у весняний період може спричиняти більш раннє відновлення активності імаго та зміщення строків розмноження виду.

Література

1. Falconer D. S. On the behaviour of wireworms of the genus Agriotes Esch. (Coleoptera, Elateridae) in relation to temperature. *Journal of Experimental Biology.* 1945.

2. Parker W. E., Howard J. J. The biology and management of wireworms (*Agriotes* spp.) on potato with particular reference to the U.K. Agricultural and Forest Entomology. 2001. Vol. 3, No. 2. P. 85–98. DOI: https://doi.org/10.1046/j.1461-9563.2001.00094.x.

3. Furlan L. The biology of Agriotes sordidus Illiger (Col., Elateridae). *Journal of Applied Entomology*. 2004. Vol. 128, No. 9–10. P. 696–706. DOI: 10.1111/j.1439-0418.2004.00914.x.

4. Furlan L. The biology of Agriotes ustulatus Schäller (Col., Elateridae). II. Larval development, pupation, whole cycle description and practical implications. *Journal of Applied Entomology*. 1998. Vol. 122. P. 71–78. DOI: 10.1111/j.1439-0418.1998.tb01464.

ДЕСИКАЦІЯ СОНЯШНИКУ ЯК ІНСТРУМЕНТ ОПТИМІЗАЦІЇ ЗБИРАННЯ ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ ВРОЖАЮ

Тихун О. О., аспірант
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»,
м. Камянець-Подільський, Україна

Передзбиральна десикація є одним із технологічних заходів, що дає змогу прискорити та вирівняти достигання соняшнику, зменшити залежність строків збирання від погодних умов і створити сприятливіші умови для механізованого збирання. Для України питання своєчасності десикації набуває особливого значення через значні площі вирощування культури (зокрема у 2026 р. засіяно 4,86 млн га), нерівномірність достигання посівів, ризики осипання насіння та поширення грибкових хвороб у період затяжних опадів.

Українські технологічні рекомендації для умов Лісостепу орієнтують на проведення обробки приблизно через 40–45 днів після масового цвітіння, коли структура посіву характеризується таким співвідношенням: 50–60% кошиків жовті, 20–30% – жовто-бурі та 10–20% – бурі. Вологість середньої проби насіння при цьому становить близько 30–35% [1].

Саме поєднання показників вологості насіння та візуальної оцінки стиглості є важливим, оскільки орієнтація лише на календарну дату не враховує особливостей конкретного гібрида, погодних умов та стану посіву.

Застосування десикації дає можливість розпочати збирання на 8–10 днів раніше, а вологість насіння після проведення заходу може знижуватися до 12–16%. Також зазначається підвищення продуктивності комбайнів приблизно у 1,5 разb [1].

Таким чином, основний технологічний ефект десикації полягає не у збільшенні вже сформованої біологічної врожайності, а в синхронізації достигання та оптимізації строків збирання.

Важливим критерієм є також вологість насіння. Після проведення десикації вологість насіння може знизитися до 12–15%, тоді як оптимальна вологість для початку збирання залежить від природно-кліматичної зони: для Степу наводиться рівень 12–14%, а для Лісостепу – 16–18% [1]. Це підтверджує необхідність диференційованого підходу до визначення строків збирання, оскільки однакова календарна дата не може бути універсальною для різних регіонів, гібридів та погодних умов.

Окреме значення має якість внесення десиканта. Для контактних препаратів недостатнє або нерівномірне покриття рослинної маси може призводити до неоднакового підсихання посіву. Тому ефективність операції залежить від технічного стану обприскувача, якості розпилення, погодних умов та дотримання зареєстрованого регламенту застосування препарату. За матеріалами щодо технології вирощування соняшнику, десиканти проявляють вищу ефективність за середньодобової температури понад 13–14 °C, а обробку доцільно проводити у прохолодні години доби.

Практичне значення десикації для господарства:

- Десикація є важливим агротехнічним прийомом, який забезпечує більш рівномірне висихання рослин соняшнику та бур'янів. Це покращує роботу жатки й молотильно-сепарувального механізму комбайна, знижуючи втрати під час збирання врожаю.

- Застосування десикантів дає можливість завчасно визначити оптимальні строки початку збирання, що сприяє ефективнішому використанню збиральної техніки та її раціональному розподілу між полями й культурами.

- Ще однією перевагою є зменшення кількості вологих домішок у зібраному врожаї. Завдяки цьому скорочуються витрати на очищення насіння та його досушування перед закладанням на зберігання.

- Крім того, десикація зменшує час перебування достиглого насіння в полі, що дозволяє мінімізувати втрати від несприятливих погодних умов, осипання, пошкодження птахами, а також стримати подальший розвиток гнильних процесів.

- Передчасне припинення вегетації також полегшує планування логістики врожаю, організацію роботи елеватора та своєчасне виконання наступних технологічних операцій, зокрема основного обробітку ґрунту, оскільки господарство менше залежить від природного підсихання рослин.

- Водночас слід враховувати, що десиканти не мають фунгіцидної дії й не здатні вилікувати такі захворювання, як фомопсис, біла чи сіра гниль. Прискорене висихання рослин лише створює менш сприятливі умови для подальшого розвитку патогенів і скорочує період їх активності. Якщо ж тканини кошиків або стебел уже зазнали значного ураження, десикація не відновить їх. Отже, цей агрозахід є складовою комплексної технології вирощування соняшнику та ефективно доповнює систему захисту рослин, але не може її замінити [2].

Економічна роль десикації полягає передусім у зменшенні потенційних втрат та оптимізації витрат на збирання і післязбиральну доробку. Скорочення строків перебування стиглого врожаю в полі дозволяє краще планувати використання збиральної техніки, а зниження вологості насіння може зменшувати потребу в його подальшому сушінні. Тому економічну доцільність десикації доцільно оцінювати не лише за вартістю препарату, а за загальним ефектом від скорочення втрат і технологічних витрат.

Перспективним напрямом підвищення ефективності десикації є використання цифрових технологій. Супутникові, геоінформаційні і кліматичні дані дають змогу прогнозувати можливі коливання рівня продуктивності сільськогосподарських культур, спричинені нерівномірним достиганням соняшнику, а також оцінювати потенційні втрати врожаю. Застосування десикації здатне суттєво зменшити такі втрати. Водночас у кожному конкретному випадку необхідно оцінити економічну доцільність цього агротехнічного заходу, визначивши, чи очікувані втрати врожаю є достатньо значними, щоб виправдати додаткові витрати на проведення десикації [3].

Література

1. Науково-практичні рекомендації щодо збирання зернових, зернобобових та технічних культур урожаю 2024 року в умовах воєнного стану. НААНУ, 2024. URL: https://isgpnaan.org/upload/rekomendatsii-2024--zbirannya.pdf?utm_source=.
2. Як професійна десикація соняшнику захищає врожай у сезоні-2026. URL: https://www.syngenta.ua/yak-profesiyna-desykatsiya-sonyashnyku-zakhyshchaye-vrozhay-u-sezoni-2026.
3. Hnatiienko V. H., Hnatiienko H. M., Zozulya O. L., Snytyuk V. Ye., Schwartau V. V. Site-specific sunflower yield forecasting based on spatial analysis and machine learning. *Reports of the National Academy of Sciences of Ukraine*. 2025. No. 4. P. 17–26. DOI: https://doi.org/10.15407/dopovidi2025.04.017.

ВПЛИВ ГІБРИДНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТА СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ РОСЛИН ОЗИМОГО РІПАКУ В ОСІННІЙ ПЕРІОД

Тіцький В. Б., аспірант кафедри лісового і аграрного менеджменту,
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
м.Івано-Франківськ, Україна

Озимий ріпак є однією з важливих олійних культур, продуктивність якої значною мірою визначається станом рослин упродовж осіннього періоду вегетації та їх здатністю успішно перезимувати. До основних морфологічних ознак, що характеризують підготовленість рослин до зимового періоду, належать добре розвинена листкова розетка, достатній діаметр кореневої шийки та низьке розташування точки росту. Надмірний осінній розвиток або, навпаки, недостатнє формування вегетативних органів може негативно позначатися на зимостійкості та призводити до зрідження посівів навесні.

Особливого значення ця проблема набуває в умовах Західного Лісостепу України, де нестабільність температурного режиму та кількості опадів у осінньо-зимовий період створює ризики для перезимівлі культури. Формування оптимального стану рослин залежить не лише від погодних умов і технологічних прийомів, а й від генотипових особливостей сучасних гібридів та рівня їх мінерального живлення. Тому встановлення реакції різних гібридів на системи удобрення є актуальним завданням сучасної технології вирощування озимого ріпаку.

Результати досліджень свідчать, що формування оптимальної листкової розетки восени є однією з важливих передумов успішної перезимівлі та реалізації продуктивного потенціалу озимого ріпаку. Бугайов В. Д. та Вишневський С. П. відзначають важливість достатнього, але не надмірного розвитку рослин перед входженням у зимовий період [1].

Важливим фактором формування морфофізіологічного стану рослин є система живлення. Панчишин В. З., Стоцька С. В. та Журибіда Д. Р. встановили залежність насіннєвої продуктивності озимого ріпаку від рівня удобрення та строків сівби [4]. Сендецький В. М., Мельничук Т. В. та Сендецький І. В. наголошують на позитивному впливі оптимізації технології вирощування, зокрема системи живлення, на продуктивність озимого ріпаку в умовах Західного Лісостепу України [5].

Ефективність технології вирощування значною мірою визначається правильним підбором сортів і гібридів з урахуванням їх біологічних та адаптивних властивостей [1]. Генотипові відмінності можуть проявлятися у темпах росту, формуванні біомаси, морфометричних показниках та реакції рослин на мінеральне живлення.

Важливе значення для збереженості посівів має проходження зимового періоду. Забарний О. С. та Забарна Т. А. зазначають, що погодні умови у взаємодії з факторами інтенсифікації технології вирощування істотно впливають на перезимівлю озимого ріпаку [3].

Окремим напрямом досліджень є оптимізація азотного живлення. Домарацький Є. О. встановив вплив рівня азотного живлення та комплексного застосування препаратів на фізіологічні процеси і водоспоживання озимого ріпаку [2]. Отже, сучасні дослідження підтверджують тісний взаємозв'язок між генотиповими особливостями, умовами живлення, формуванням морфологічних параметрів рослин восени та їх здатністю до перезимівлі.

Водночас реакція сучасних гібридів озимого ріпаку на поєднання основного мінерального удобрення з препаратами для обробки насіння та вегетуючих рослин щодо формування осіннього морфофізіологічного стану і збереженості після перезимівлі в умовах Західного Лісостепу України потребує подальшого вивчення.

Мета дослідження. Визначити вплив гібридних особливостей та системи удобрення на польову схожість, морфометричні показники, густоту посіву та збереженість рослин озимого ріпаку після перезимівлі в умовах Західного Лісостепу України.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили упродовж 2023–2026 рр. на виробничих посівах СГТЗОВ «Уїзд» Рогатинської ОТГ Івано-Франківської області. Попередником озимого ріпаку була озима пшениця. Ґрунт дослідної ділянки – темно-сірий опідзолений середньосуглинковий, із вмістом гумусу 2,15%, азоту – 80,5 мг/кг, рухомого фосфору – 128,2 мг/кг, обмінного калію – 134,8 мг/кг ґрунту, pH сольове – 5,56.

Досліджували гібриди французької та німецької селекції Ритмо, Далтон і Дрон. Схема удобрення включала: контроль без добрив; $N_{70}P_{60}K_{75}$; $N_{70}P_{60}K_{75}$ + Паверфол Енерджі Сідс (обробка насіння 4 л/т); $N_{70}P_{60}K_{75}$ + Паверфол Ундарія (відновлення вегетації, 2 л/га); $N_{70}P_{60}K_{75}$ + Паверфол Фітофарм (формування розетки, 1 л/га).

Результати досліджень. Встановлено позитивний вплив удобрення на польову схожість та формування морфометричних показників рослин, при

цьому реакція залежала від генотипових особливостей гібридів. Найвищу польову схожість сформував гібрид Дрон – 88,34% на контролі, 91,60% за внесення $N_{70}P_{60}K_{75}$ та 92,83% за комплексного застосування $N_{70}P_{60}K_{75}$ + Паверфол Енерджі Сідс.

Застосування комплексного удобрення сприяло збільшенню кількості листків. У гібридів Ритмо, Далтон і Дрон цей показник становив відповідно 5,70; 5,43 та 6,43 шт./росл., що перевищувало контроль відповідно на 7,1; 9,9 та 10,7%. Найбільший діаметр кореневої шийки сформував гібрид Дрон – 1,10 см за комплексного удобрення проти 0,91 см на контролі. Висота точки росту за цього варіанта знижувалася до 1,49 см проти 1,73 см на контролі.

Позитивний вплив удобрення відзначено також на густоті та збереженості рослин. У фазі ВВСН 10–11 найвищу густоту сформував гібрид Дрон – 92,8 шт./м^2 за внесення $N_{70}P_{60}K_{75}$ + Паверфол Енерджі Сідс. Після перезимівлі густота становила 90,4 шт./м^2, тоді як у Ритмо та Далтон – 83,9 та 82,1 шт./м^2 відповідно.

Найвищу збереженість рослин після перезимівлі також встановлено у гібриду Дрон за комплексного удобрення – 97,4%, при цьому втрати становили лише 2,6%. У гібридів Ритмо та Далтон цей показник становив відповідно 94,8 та 96,6%.

Висновки. Гібридні особливості та система удобрення впливали на формування морфофізіологічного стану, густоту та збереженість рослин озимого ріпаку. Найбільш сприятливі показники сформував гібрид Дрон за внесення $N_{70}P_{60}K_{75}$ + Паверфол Енерджі Сідс: польова схожість – 92,83%, кількість листків – 6,43 шт./росл., діаметр кореневої шийки – 1,10 см, висота точки росту – 1,49 см, збереженість після перезимівлі – 97,4%. Отримані результати підтверджують перспективність диференційованого підходу до удобрення сучасних гібридів озимого ріпаку з урахуванням їх генотипових особливостей.

Література

1. Бугайов В. Д., Вишневський С. П. Вплив рівня розвитку розетки у гібридів ріпаку озимого восени на зимостійкість та урожайність. *Корми і кормовиробництво.* 2020. Вип. 89. С. 57–65. DOI: https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202089-05.
2. Домарацький Є. О. Вплив азотного живлення та комбінованих препаратів на особливості водоспоживання ріпаку озимого за різних умов вирощування. 2023. *Аграрні інновації.* 2023. № 17. С. 54–61. DOI: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.7.
3. Забарний О. С., Забарна Т. А. Вплив погодніх умов на перезимівлю озимого ріпаку залежно від факторів інтенсифікації. *Корми і кормовиробництво*. 2023. Вип. 95. С. 97–107. DOI: https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202395-08.

4. Панчишин В. З., Стоцька С. В., Журибіда Д. Р. Насіннєва продуктивність ріпаку озимого залежно від удобрення та строку посіву в умовах Полісся України. *Таврійський науковий вісник.* 2023. № 130. С. 169–176. DOI: https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.25.

5. Сендецький В. М., Мельничук Т. В., Сендецький І. В. Продуктивність ріпаку озимого за удо сконалення технології вирощування в умовах Лісостепу Західного. Таврійський науковий вісник. 2023. Вип. 131. С. 188–195. DOI: https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.131.24.

ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ СОЇ ЗА ПОЄДНАННЯ РИЗОБІНУК З РИЗОСФЕРНИМИ БАКТЕРІЯМИ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Угрін О. М.[1], аспірант
Біднина І. О.[1, 2], к. с.-г. н., старший науковий співробітник
[1]Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, Одеса, Україна
[2]Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна

Біологічна фіксація азоту є ключовою передумовою ресурсозберігаючої технології вирощування сої, однак результат передпосівної інокуляції визначається не лише активністю бульбочкових бактерій. Поєднання специфічного симбіонта з ризосферними мікроорганізмами може впливати на живлення, розвиток кореневої системи та реалізацію продуктивного потенціалу рослин. Узагальнення польових досліджень підтверджують переваги коінокуляції, але засвідчують значну мінливість ефекту залежно від генотипу, складу мікробного комплексу й умов вирощування [1–4]. Тому для півдня України важливо оцінювати не тільки середній приріст урожайності, а й узгодженість реакції сортів на конкретні бактеріальні композиції.

Мета дослідження – встановити сортоспецифічні особливості формування врожайності сої за поєднання препарату РизобінК із ризосферними бактеріями та визначити композицію, яка забезпечує найбільшу ефективність.

Матеріали та методи. Упродовж 2023–2025 рр. на темно-каштановому ґрунті у польовому досліді Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН вивчали сорти сої Софія та Монарх за умов краплинного зрошення. Схема бактеризації: без інокуляції; РизобінК; РизобінК + Bacillus velezensis ІМВ В-8134; РизобінК + Pseudomonas sp. 6; РизобінК + Bacillus megaterium УКМ В-5724.

У середньому за двома сортами базова інокуляція препаратом РизобінК підвищила врожайність із 2,57 до 2,83 т/га, тобто на 0,27 т/га, або 10,3%. Додавання до РизобінуК штаму B. velezensis ІМВ В-8134 забезпечило 3,12 т/га, що перевищило контроль на 0,55 т/га, або 21,4%, а варіант із самим РизобіномК – на 0,29 т/га. Композиції з Pseudomonas sp. 6 і B. megaterium УКМ В-5724

сформували практично однаковий середній рівень урожайності – 2,87 т/га, або на 11,9 і 11,7% більше від контролю відповідно. Отже, саме введення додаткового бактеріального компонента не гарантувало однакового посилення дії ризобіального препарату: результат визначався функціональною сумісністю конкретних мікроорганізмів.

Реакція сортів на бактеризацію була неоднаковою. У сорту Софія приріст від застосування РизобінуК становив 0,39 т/га (12,7%), тоді як у сорту Монарх – 0,14 т/га (6,8%). Поєднання РизобінуК із Pseudomonas sp. 6 підвищило врожайність відповідно на 0,39 і 0,22 т/га (12,7 і 10,7%), а з B. megaterium УКМ B-5724 – на 0,41 і 0,19 т/га (13,3 і 9,3%). Це вказує на більшу відносну чутливість сорту Софія до базової інокуляції та композиції з B. megaterium.

Принципово інший характер реакції встановлено за використання B. velezensis IMB B-8134. Урожайність сорту Софія зросла на 0,65 т/га, або 21,1%, сорту Монарх – на 0,45 т/га, або 22,0%. Отже, цей штам не тільки забезпечив максимальний абсолютний приріст в обох сортів, а й вирівняв їхню відносну реакцію: різниця між відсотковими приростами становила лише 0,9 відсоткового пункти. Для інших інокуляційних варіантів вона дорівнювала 2,0–5,8 відсоткового пункти. Саме поєднання високої середньої продуктивності та подібної відносної відповіді двох контрастних сортів дає підстави розглядати композицію РизобінК + B. velezensis IMB B-8134 як найбільш універсальну серед досліджених.

Продуктивна перевага композиції РизобінК + B. velezensis IMB B-8134 поєднувалася з високим виходом цінних складових урожаю. У середньому за 2023–2025 рр. збір білка становив 1489 кг/га у сорту Софія та 1020 кг/га у сорту Монарх, збір жиру – відповідно 685 і 488 кг/га. За фактичної врожайності 3,73 і 2,50 т/га це розрахунково відповідало 39,9 і 40,8% білка та 18,4 і 19,5% жиру в насінні. Отже, сорт Софія забезпечував більший валовий вихід білка й жиру передусім завдяки вищій урожайності, тоді як сорт Монарх характеризувався дещо більшою часткою обох компонентів у насінні. Це розмежування є принциповим: технологічний варіант слід оцінювати одночасно за концентрацією компонентів і за їхнім збором з гектара, оскільки підвищення врожайності не обов’язково супроводжується зміною хімічного складу насіння [5].

Одержані результати узгоджуються з положенням про те, що ефект коінокуляції формується через сукупну дію мікроорганізмів із різними функціями, але його величина залежить від рослини-господаря та середовища. За даними метааналізів, додаткові ризобактерії здатні посилювати дію Bradyrhizobium, проте амплітуда приросту врожаю істотно варіює між дослідами [1, 2]. Польова перевірка технології у виробничих умовах також показує, що середня перевага коінокуляції не усуває мінливості реакції [3]. У дослідженнях за дефіциту вологи комплексне застосування ризобактерій сприяло росту, врожайності та живленню сої [4], що є важливим для посушливих умов півдня України. Водночас пряме перенесення ефектів між бактеріальними

композиціями некоректне: штамова специфічність потребує перевірки кожної комбінації в системі «сорт – інокулянт – середовище».

Висновки. У середньому за три роки досліджень усі варіанти бактеризації підвищували врожайність обох сортів порівняно з контролем, однак величина продуктивної реакції залежала від сорту і складу мікробної композиції. Найвищу середню врожайність – 3,12 т/га – забезпечило поєднання РизобінуК із B. velezensis IMB B-8134; приріст до контролю становив 0,55 т/га, або 21,4%. Цей варіант характеризувався найбільш узгодженою відносною реакцією сортів Софія і Монарх – 21,1 та 22,0%, а також забезпечив збір білка 1489 і 1020 кг/га та жиру 685 і 488 кг/га відповідно. Композиції з Pseudomonas sp. 6 і B. megaterium УКМ B-5724 перевищували базову інокуляцію в середньому лише на 0,04 т/га, що підтверджує необхідність добору функціонально сумісного штамового поєднання для конкретного сорту й зони вирощування.

Література

1. Zeffa D. M., Fantin L. H., Koltun A. et al. Effects of plant growth-promoting rhizobacteria on co-inoculation with Bradyrhizobium in soybean crop: a meta-analysis of studies from 1987 to 2018. *PeerJ*. 2020. Vol. 8. Art. e7905. DOI: https://doi.org/10.7717/peerj.7905.
2. Barbosa J. Z., Hungria M., Sena J. V. da S. et al. Meta-analysis reveals benefits of co-inoculation of soybean with Azospirillum brasilense and Bradyrhizobium spp. in Brazil. *Applied Soil Ecology*. 2021. Vol. 163. Art. 103913. DOI: https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2021.103913.
3. Prando A. M., Barbosa J. Z., Oliveira A. B. de et al. Benefits of soybean co-inoculation with Bradyrhizobium spp. and Azospirillum brasilense: large-scale validation with farmers in Brazil. *European Journal of Agronomy*. 2024. Vol. 155. Art. 127112. DOI: https://doi.org/10.1016/j.eja.2024.127112.
4. Jabborova D., Kannepalli A., Davranov K. et al. Co-inoculation of rhizobacteria promotes growth, yield, and nutrient contents in soybean and improves soil enzymes and nutrients under drought conditions. *Scientific Reports*. 2021. Vol. 11. Art. 22081. DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-021-01337-9.
5. Carciochi W. D., Rosso L. H. M., Secchi M. A. et al. Soybean yield, biological N_2 fixation and seed composition responses to additional inoculation in the United States. *Scientific Reports*. 2019. Vol. 9. Art. 19908. DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-019-56465-0.

ГОСПОДАРСЬКО-БІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СЕЛЕРИ КОРЕНЕВОЇ

Федорчук В. Г., к. с.-г. н., доцент
Котляр Д. В., здобувач вищої освіти,
магістр, група АМН 2/1 МНАУ
Миколаївський національний аграрний університет,
м. Миколаїв, Україна

Історія культивування селери налічує не менше 3–4 тисячоліть. Батьківщиною рослини є Середземномор'я. У Стародавньому Єгипті, Греції та Римі її вирощували як декоративну та лікарську культуру. У народній медицині селеру пахучу здавна використовували як дієтичну рослину для лікування захворювань внутрішніх органів, зокрема при новоутвореннях. У XV–XVIII ст. селера почала широко впроваджуватися в кулінарію [1, 3].

Виділяють три основні різновиди селери пахучої:

secalinum – листова (має найкоротший вегетаційний період, що дозволяє вирощувати її в північних регіонах);

dulce – черешкова (вибаглива до температурного режиму);

rapaceum – коренева (зазвичай вирощується через розсаду).

Усі види селери віддають перевагу вологим ґрунтам. У коренеплідної селери в їжу використовують як коренеплід, так і листя; у черешкової – черешки та листя; у листової – лише листя.

Коренеплідні сорти утворюють округлі або плоскувато-округлі підземні органи масою до 900 г і діаметром 7–13 см. М'якоть біла, щільна; шкірка жовтувато-біла або буро-коричнева. Квітки дрібні, зібрані у складні зонтики. Плід – дрібна двосім'янка (маса 1000 насінин – 0,4–0,6 г), схожість якої зберігається до 3 років [2].

Селера благотворно впливає на обмін речовин, підвищує життєвий тонус та сприяє омолодженню організму. Вона має сечогінну дію, допомагає при неврозах, ревматизмі, подагрі та запобігає відкладанню солей у суглобах і нирках. Сік селери є ефективним при авітамінозах та для виведення обмінних шлаків.

Селера – холодостійка рослина. Насіння проростає при +5 °С, але оптимальною є температура +18...+22 °С. Сходи чутливі до приморозків. Тривалий вплив температур нижче +10 °С у початковий період росту може спричинити передчасне цвітіння («цвітушність») у перший рік життя.

Рослина вологолюбна, проте не витримує затоплення. В умовах посухи (наприклад, у Південному Степу) потребує регулярного зрошення. Селера є солевитривалою, надає перевагу багатим на перегній родючим, добре окультуреним землям. Добре росте на пухких, структурних ґрунтах із глибоким орним шаром та некислою реакцією середовища (pH 5,5–6,5). На важких ґрунтах необхідно вносити перегній, компост або торф. Для культури непридатні кислі та лужні ґрунти. Селера – рослина довгого світлового дня, світлолюбна [2, 4].

Вегетаційний період цієї рослини досить тривалий: у перший рік життя складає від 82 до 180 діб (на півдні при безрозсадному способі вирощують від 160 до 225 днів), на другий рік – 80–110 діб. Тому селеру обов'язково необхідно вирощувати розсадним способом [3].

Селера характеризується різними етапами розвитку, на які потрібно звертати увагу при її вирощуванні:

1-етеп. Характеризується недиференційованим конусом наростання у вигляді плоскатого горбика між двома сім'ядолями.

2-етап. Сильне розширення основи конуса наростання і перетворення його на головку коренеплоду. Міжвузля не ростуть, а тому листки розміщуються дуже близько (тривалість цього періоду триває до кінця вегетації).

3-етап. Проходить у період зберігання коренеплодів у другій половині зими. У цей період збільшується конус наростання, він видовжується, потім сегментується зародкова вісь суцвіття.

4-етап. Формування лопатей суцвіть в пазухах зародкових прилистків і початок розвитку пагонів першого порядку.

5-етап. Починається після садіння коренеплодів і нерідко спостерігається наприкінці періоду зберігання. Виникають зачатки тичинок та маточки, закладається оплодень.

6-етап. На цьому етапі квітконосний пагін росте посилено, а суцвіття повільно (не виходять із покривних листків).

7-етап. Характеризується посиленим ростом усіх частин квітконосного пагона, суцвіття і квітки.

8-етап. На цьому етапі суцвіття і квітки досягають остаточних розмірів і форми. У пиляках дозрівають пилкові зерна.

9-етап. Цвітіння і запліднення.

10–12-й етапи. Характеризуються формуванням плодів і накопиченням вегетативної маси [1, 3].

Найкращими попередниками для кореневої селери є культури, під які вносилися великі дози органічних добрив, та ті, що рано звільняють поле, дозволяючи підготувати ґрунт.

Спочатку готують розсаду. Кореневу селеру висівають на розсаду в лютому, у ящики або горщики з поживною сумішшю з 1 частини дернової землі й 1 частини перегною з невеликою кількістю піску. Перед посівом насіння яровизують: замочують у теплій воді на 3 доби, потім підсушують до сипкості. На 1 м^2 витрачають 1,0–1,5 г насіння, загортаючи його на глибину 0,2 см. До появи сходів температура вирощування селери має становити +20...+25 °С. Потім її поступово знижують до +14...+16 °С. Після появи 1–2 справжніх листочків слід перевірити густоту розсади й у разі потреби прорідити, щоб рослини були міцними та не витягалися. Потім сіянці пікірують на відстані 4–5 см одну рослину від іншої так, щоб половина стебла була занурена в ґрунт. Через 2 тижні після пікірування проводять підживлення розчином мінеральних добрив (1 чайна ложка нітрофоски на 1 л води) з розрахунку 2 столові ложки на 1 саджанець. До моменту висаджування у відкритий ґрунт вік розсади має

становити 8–10 тижнів. Перед висаджуванням розсаду загартовують при температурі не вище +15 °С, залишаючи на ніч на свіжому повітрі.

У відкритий ґрунт розсаду кореневої селери висаджують на ту ж глибину, на якій вона росла. Відстань між рослинами в ряду – 20–25 см, між рядами – 35 см, таким чином, площа живлення кореневої селери повинна становити 40× 40 см або 50×50 см. Таким чином дотримання правильної глибини висадки розсади кореневої селери без заглиблення та забезпечення оптимальної площі живлення є ключовою умовою для запобігання утворенню зайвих бічних корінців і повноцінного формування якісних, товарних коренеплодів [1, 3].

Аналіз біологічних та агротехнічних особливостей кореневої селери дозволяє зробити висновок про її високу інвестиційну привабливість для агропромислового сектору за умови дотримання інтенсивних технологій вирощування.

Завдяки широкому спектру використання (фармацевтика, дієтологія, переробна промисловість) селера має стабільний попит. Кореневі різновиди масою до 900 г забезпечують високу врожайність з одиниці площі, що в поєднанні з тривалим терміном зберігання (до другої половини зими) дозволяє реалізовувати продукцію в період міжсезоння за високими цінами.

Основні економічні ризики пов'язані з тривалим вегетаційним періодом (до 225 днів) та чутливістю до температурного режиму. Використання розсадного методу, хоч і збільшує капітальні витрати на старті (облаштування теплиць, яровизація насіння, пікірування), є економічно виправданим, оскільки гарантує отримання товарної продукції та запобігає збиткам від «цвітушності» та дозволяє отримувати урожай в зоні Південного Степу.

Висока вимогливість до родючості ґрунтів та вологи потребує впровадження систем крапельного зрошення та регулярного внесення органічних і мінеральних добрив. У довгостроковій перспективі ці витрати нівелюються високою біохімічною цінністю продукту та можливістю виходу на ринки здорового харчування, де додана вартість селери значно вища порівняно з іншими овочевими культурами [1, 4].

Дотримання параметрів органогенезу, оптимальної площі живлення та впровадження сучасних систем зрошення забезпечують високу врожайність товарних коренеплодів (масою до 900 г).

У поєднанні з можливістю тривалого зберігання продукції до міжсезоння та високою доданою вартістю в сегменті здорового харчування, це робить виробництво селери економічно виправданим, інвестиційно привабливим і перспективним напрямом диверсифікації агропромислового сектору [2, 3].

Таким чином, вирощування селери є перспективним напрямком диверсифікації овочівництва, який при належному рівні механізації та контролі екологічних факторів забезпечує стабільний прибуток.

Література

1. Адаменко О. М. Екологічні агротехнології овочевих культур у змінюваних кліматичних умовах Степу України. Миколаїв : МНАУ, 2023. 240 с.
2. Книш О. В. Економічна ефективність диверсифікації виробництва овочів у фермерських господарствах. *Економіка АПК*. 2024. № 2. С. 45–52.
3. Овочівництво закритого та відкритого ґрунту: інноваційні технології / за ред. В. М. Марченка. Київ : Аграрна наука, 2021. 312 с.
4. Сич З. Д., Хареба В. В. Сучасні тенденції виробництва та переробки малопоширених овочевих і пряно-ароматичних культур. Житомир : Полісся, 2022. 196 с.

УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ В УМОВАХ ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

Хомовий М. М., к. с-.г. н., доцент
Заблоцький А. І., здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
м. Кам’янець-Подільський, Україна

Картопля є важливою продовольчою та стратегічною культурою, продуктивність якої значною мірою визначається адаптованістю сорту до конкретних ґрунтово-кліматичних умов і дотриманням основних елементів технології вирощування. Для Хмельницької області, де картоплярство має значення у структурі сільськогосподарського виробництва, особливої актуальності набуває пошук технологічних рішень, спрямованих на підвищення врожайності та стабільності продуктивності культури.

Сучасне картоплярство потребує оптимізації окремих елементів технології з урахуванням сортових особливостей, попередників, ґрунтових умов, погодних факторів та рівня ресурсного забезпечення [1]. Важливим напрямом таких досліджень є встановлення ефективності різних попередників, оскільки вони впливають на поживний режим ґрунту, його фітосанітарний стан, запаси вологи та умови формування врожаю. Особливого значення набуває добір сортів, здатних реалізувати свій потенціал урожайності в конкретних умовах регіону. Сорт характеризується найвищою продуктивністю, але з часом, накопичення фітопатогенів й екологічної депресії його урожайність зменшується, завдяки зниженню якісних показників садивних бульб [2]. Сучасна селекція пропонує широкий спектр сортів, однак їх продуктивність може істотно змінюватися залежно від умов вирощування. Зокрема, серед сучасних сортів картоплі є Княгиня, Медея, Фотинія, Кіммерія та інші сорти, які характеризуються різними господарсько цінними ознаками.

У зв’язку з цим удосконалення елементів технології вирощування картоплі в умовах Хмельницької області є актуальним науково-практичним завданням,

спрямованим на підвищення продуктивності культури, раціональне використання ресурсів та забезпечення виробництва якісної продукції.

Метою дослідження було науково обґрунтувати та оцінити ефективність попередників та сортів у вирощуванні картоплі в умовах Хмельницької області для підвищення врожайності, стабільності продуктивності та ефективності виробництва культури.

В умовах сучасного сільськогосподарського виробництва підвищення продуктивності картоплі потребує удосконалення технологічних прийомів її вирощування з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов регіону та сортових особливостей. Для Хмельницької області актуальним є пошук ефективних поєднань сорту і попередника, здатних забезпечити стабільне формування високого врожаю. Особливого значення набуває оцінювання сучасних сортів картоплі за різних попередників та в умовах мінливості погодних факторів.

Проведені результати досліджень характеризують урожайність сортів картоплі залежно від попередника озимої пшениці та сої, впродовж двох років досліджень 2025 та 2026. Отримані результати дають змогу простежити не лише загальний рівень продуктивності культури, а й особливості реакції окремих сортів на умови вирощування після різних попередників. Такий підхід має практичне значення, оскільки вибір попередника є одним із ключових елементів технології вирощування картоплі та може істотно впливати на формування врожайності.

У дослідженнях оцінювали сорти картоплі: Житниця, Кіммерія, Медея, Меланія, Фотинія та Княгиня. Урожайність визначали після двох попередників – озимої пшениці та сої. Порівняння показників за 2025 і 2026 роки дозволяє виявити як сортові особливості, так і мінливість продуктивності.

У 2025 році після озимої пшениці урожайність сортів картоплі знаходилася в межах 25,8–29,8 т/га. Найнижчий показник зафіксовано у сорту Фотинія – 25,8 т/га, дещо вищим він був у сорту Житниця – 25,9 т/га. Урожайність сорту Медея становила 26,8 т/га, Меланія – 27,7 т/га, а Княгиня сформувала 28,9 т/га. Найвищий результат серед досліджуваних сортів після озимої пшениці у 2025 році відзначено у сорту Кіммерія – 29,8 т/га. Вже в перший рік досліджень проявилася певна диференціація сортів за продуктивністю. Різниця між максимальним і мінімальним показниками становила 4,0 т/га. Це свідчить про те, що за однакового попередника сорти картоплі могли по-різному використовувати ґрунтові та погодні ресурси й реалізовувати свій потенціал урожайності.

Середнє значення урожайності шести сортів після озимої пшениці у 2025 році становило приблизно 27,5 т/га. Найближчими до цього середнього рівня були показники сортів Медея та Меланія, тоді як Кіммерія та Княгиня характеризувалися вищою продуктивністю. Водночас Житниця і Фотинія мали дещо нижчі значення.

У 2026 році після озимої пшениці урожайність усіх досліджуваних сортів виявилася вищою, ніж у попередньому році. Показник сорту Житниця зріс до 30,1 т/га, Медеї – до 30,3 т/га. Урожайність Меланії становила 36,4 т/га, Фотинії –

37,2 т/га, Княгині – 39,7 т/га. Найвищий результат, як і у 2025 році, продемонструвала Кіммерія – 42,1 т/га. В 2026 році діапазон урожайності після озимої пшениці розширився до 30,1–42,1 т/га, а різниця між найвищим і найнижчим показниками становила 12,0 т/га. Середня урожайність шести сортів досягла приблизно 36,0 т/га, що на 8,5 т/га більше порівняно з 2025 роком. У відносному вираженні середній приріст становив близько 30,6%.

Найбільш суттєву позитивну динаміку після озимої пшениці продемонструвала Кіммерія. Її урожайність збільшилася з 29,8 до 42,1 т/га, тобто на 12,3 т/га. Значне підвищення зафіксовано також у сорту Фотинія – з 25,8 до 37,2 т/га, або на 11,4 т/га. У Княгині приріст становив 10,8 т/га, у Меланії – 8,7 т/га. Менш вираженою була зміна урожайності Житниці та Медеї – відповідно на 4,2 і 3,5 т/га.

Такі результати демонструють, що міжрічна варіабельність урожайності була неоднаковою для різних сортів. Зокрема, Кіммерія та Фотинія виявили найбільше збільшення абсолютної урожайності між роками. Водночас Житниця та Медея характеризувалися більш помірним приростом. Це може свідчити про різну реакцію генотипів на конкретні погодні та агротехнологічні умови року.

Не менш цікавими є результати, отримані після попередника соя. У 2025 році урожайність картоплі після сої була дещо нижчою, ніж після озимої пшениці. Значення для досліджуваних сортів коливалися від 23,7 до 28,2 т/га. Найнижчу урожайність сформувала Медея – 23,7 т/га, а найвищу – Кіммерія, 28,2 т/га. Показники Житниці, Меланії, Фотинії та Княгині становили відповідно 24,3; 26,8; 26,3 та 28,1 т/га.

Середня урожайність шести сортів після сої у 2025 році становила 26,2 т/га, тобто приблизно на 1,25 т/га менше, ніж після озимої пшениці. Це відповідає різниці близько 4,5%. Таким чином, у 2025 році в межах наведеного досліду попередник озима пшениця був пов'язаний із дещо вищим середнім рівнем урожайності картоплі порівняно із соєю.

Водночас різниця між попередниками була неоднаковою для різних сортів. У сорту картоплі Кіммерії урожайність після озимої пшениці становила 29,8 т/га, а після сої – 28,2 т/га, тобто різниця дорівнювала 1,6 т/га. У Княгині ці значення становили 28,9 та 28,1 т/га відповідно. Для Меланії урожайність була практично однаковою – 27,7 т/га після озимої пшениці та 26,8 т/га після сої.

У 2026 році після сої також спостерігалося підвищення урожайності всіх досліджуваних сортів. Житниця сформувала 29,6 т/га, Медея – 28,2 т/га, Меланія – 33,4 т/га, Фотинія – 34,2 т/га, Княгиня – 37,3 т/га. Найвищий показник знову отримано у Кіммерії – 39,5 т/га.

Середня урожайність усіх сортів після сої у 2026 році становила 33,7 т/га, що на 7,5 т/га більше, ніж у 2025 році. Як і після озимої пшениці, у 2026 році всі сорти продемонстрували вищу продуктивність порівняно з 2025 роком.

Безпосереднє зіставлення результатів свідчить, що в обох роках досліджень середня урожайність картоплі після озимої пшениці була вищою, ніж після сої. У 2025 році різниця становила близько 1,25 т/га, а у 2026 році –

2,27 т/га. Отже, перевага озимої пшениці як попередника за середнім показником у 2026 році стала більш вираженою.

Отримані результати мають значення для оцінювання ефективності сівозмін і добору сортового складу картоплі. Вони показують, що урожайність культури формується під дією комплексу чинників, серед яких важливе місце займають генетичні особливості сорту, попередник, погодні умови року та технологія вирощування.

Отже, наведені дані підтверджують важливість оптимального поєднання сорту і попередника у формуванні врожайності картоплі. Найбільш виражену продуктивність у представлених умовах досліджень продемонструвала Кіммерія, особливо після озимої пшениці у 2026 році, тоді як Княгиня та Фотинія також характеризувалися значним рівнем урожайності та позитивною динамікою.

Література

1. Недільська У. І. Потенціал ранніх сортів картоплі за продуктивністю та її складовими. Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. 2014. Вип. 22. С. 35–38.

2. Картопля : енциклопедичний довідник : у 4 т. Т. 3 / за ред. А. А. Бондарчука, М. Я. Молоцького, В. С. Куценка. Біла Церква, 2007. 536 с. ISBN 978-966-7417-88-8.

ЕЛЕМЕНТИ ПРОДУКТИВНОСТІ РОСЛИН ЯЧМЕНЮ РІЗНИХ СОРТІВ В УМОВАХ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Шаркова М. П., здобувачка
Соломонов Р. В., к. с.-г. н., старший дослідник
Одеський державний аграрний університет,
Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція ІКОСГ НААН,
м. Одеса, Україна

Культуру ячменю з давніх часів вирощують землероби у всьому світі. Зараз він займає четверте місце серед зернових культур, поступаючись за обсягами вирощування пшениці, кукурудзі та рису. В Україні за площами посіву друге місце посідає ярий ячмінь після озимої пшениці, який в окремі роки висівають на площі понад 3,5–4 млн га [1].

Зерно ячменю використовують як в продовольчих цілях у виготовлені перлової крупи так і на корм тваринам у вигляді різних комбікормів, а також у пивоварінні. Із зерна ячменю ще виготовляють сурогат кави, екстракти солоду, які використовують у кондитерській, спиртовій і фармацевтичній промисловості. Урожайність ячменю в першу чергу залежить від типу його вирощування. Озимий ячмінь більш урожайний за умов нормальної перезимівлі чим ярий, і може сягати 8–9 т/га [2].

Польові досліди проводили в умовах Одеської ДСДС ІКОСГ НААН України. Площа польової мікроділянки складала 1,5 м. п. (в 1 рядок). В набір досліджуваних зразків входили два сорти і дві перспективні лінії ячменю озимого: № 9/1 (шестирядний, безостий, голозерний), № 9/2 Сандра (дворядний, остистий, плівчастий), № 10/1 (шестирядний, безостий, голозерний з темним забарвленням), № 10/2 (шестирядний, безостий, голозерний з світлим забарвленням), і два ярі сорти: № 5/1 Галичанин (шестирядний, остистий, плівчастий), № 5/2 Сталкер (дворядний, остистий, плівчастий). Всі сорти і лінії окрім Сандри (компанія Selgen. Чехія), створені в Селекційно-генетичному інституті – Національному центрі насіннєзнавства та сортовивчення (м. Одеса).

Таблиця1

Елементи структури урожаю зразків ячменю, 2026 р.

№ діл. зразка	Висота рослин	Прод. стебл	Довж. гол. кол.	Кільк. кол. в гл. Колосі	Число зерен в гол. колосі	Маса зерен з гол. колосу,	Число зерен з бокових колос	Маса зерен з бокових колос	Маса зерна з рослини	Маса 1000 зер. з гол.кол.	Маса 1000 зер.з бок.кол.
Од. вим.	см	шт.	см.	шт	шт	г	шт	г	г	г	г
9/1	90,9	3,8	5,6	63,9	51,4	2,44	100,3	4,45	6,89	48,36	45,66
9/2	89	4,3	7,7	26	25,1	1,45	70,4	4,20	5,65	59,27	57,82
10/1	87	4,3	5,9	57	51,4	2,43	103,2	4,51	6,95	47,38	44,14
10/2	92,6	3,4	5,8	61,2	53,3	2,60	95,5	3,86	6,46	48,84	39,68
5/1	86,2	5,5	7,7	60,7	51,7	2,54	157,2	6,54	9,07	48,30	39,37
5/2	103,7	7	8,8	30,3	29,5	1,90	136,9	7,78	9,68	64,51	56,86
Сер.	91,57	4,72	6,92	49,9	43,7	2,23	110,6	5,22	7,45	52,78	47,26
Ст. відхил.	6,40	1,32	1,33	17,03	12,8	0,45	31,20	1,57	1,57	7,27	8,19
CV,%	6,99	28,0	19,17	34,15	29,32	20,43	28,22	30,01	21,12	13,77	17,34
Ст. похибка	2,61	0,54	0,54	6,95	5,24	0,19	12,74	0,64	0,64	2,97	3,35

Дані структури урожаю визначали за основними показниками продуктивності рослин ячменю: висота рослин, кількість продуктивних стебел, довжина головного колосу, кількість колосків в головному колосі, число зерен в головному колосі, маса зерен з головного колосу, число зерен з бокових колосів, маса зерен з бокових колосів, маса зерна з рослини, маса 1000 зерен з головного колосу, маса 1000 зерен з бокових колосів.

Як видно з даних таблиці показник висота рослин варіював в межах від 86,2 см. (сорт Галичанин) до 103,7 см. (сорт Сталкер), коефіцієнт варіації склав -6.99% (CV). Всі інші сорти та лінії займали проміжне значення цього показника. За кількістю продуктивних стебел лідерство було також у сорту Сталкер – 7 шт. найменше у лінії 10/2 – 3,4 шт., сорт Галичанин мав 5,5 шт. інші сорти і лінії показали середню кількість продуктивних стебел в межах 3,4–4,3 шт. Найдовший колос майже 9 (8,8 см) сформував сорт Сталкер випередив

дворядний але озимий сорт Сандра (7,7 см) і шестирядний ярий сорт Галичанин (7,75 см), які поділили друге місце. Варіабельність ознаки – CV-19.17%.

Формування урожаю складається з багатьох перелічених раніше елементів. Яскравим прикладом є ярі сорти Сталкер і Галичанин які сформували максимальну масу з рослини 9,68 і 9,07 г. Основна кількість зразків мала масу 6,46 – 6,95 г. з рослини. Ознака варіювала в межах від 5,65 до 9,68 г/росл. (CV – 21,12%). Сорт Сталкер за рахунок великої кількості зерен з бокових колосів (136,9 шт) і високої їх маси (7,78 г) випередив інші зразки. Сорт Галичанин за цими же показниками трохи поступався Сталкеру, а за показником число зерен з бокових колосів навіть і перевищив його і склав 157,2 шт. Пояснити це можна погодними умовами які склалися навесні цього року більш сприятливими для ярого ячменю, котрий краще розкущився і дав більше продуктивних стебел з боковими колоссями. За крупністю зерна (маса 1000 зернин) більш продуктивними були дворядні зразки Сталкер – з головного колосу мав значення 64,51 г, з бокових – 56,86 г. і Сандра – з головного колосу маса 1000 зерен становила 59,27 г, з бокових – 57,82 г. Інші зразки сформували масу 1000 зерен з головного колосу в середньому 48 г, а з бокових – в межах від 39 до 45 г. Коефіцієнт варіації відповідно дорівнював – 13,77 і 17,34%.

Отже можна зробити висновок, що на формування урожаю впливають різні чинники, перш за все погодно-кліматичні умови, які складаються в період вегетації особливо при формуванні репродуктивних органів, також генотип зразка з його біологічними особливостями росту і розвитку рослин.

Одним із перспективних напрямків покращення урожайності культури ячменю залишається створення нових генотипів з комбінацією бажаних елементів структури урожаю шляхом штучної гібридизації. Дані зразки ячменю можуть бути джерелами господарсько-цінних ознак при створені оригінального вихідного матеріалу для подальшої селекційної роботи.

Література

1. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво. Київ, 2001. 591 с.
2. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво. Львів: Укр. технології, 2006. 730 с.

ТРИВАЛІСТЬ МІЖФАЗНИХ ПЕРІОДІВ ТА АДАПТИВНИЙ ПОТЕНЦІАЛ СОРТІВ ГОРОХУ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Шебанін В.С., д-р техн. наук, професор
Дробітько А. В., д. с.-г. н., професор
Качанова Т. В., к. с.-г. н., доцент
Миколаївський національний аграрний університет,
м. Миколаїв, Україна

Горох посівний (*Pisum sativum L.*) є важливою зернобобовою культурою, яка характеризується високою харчовою та кормовою цінністю, а також здатністю до біологічної фіксації атмосферного азоту. В умовах Південного Степу України продуктивність гороху значною мірою залежить від погодних умов, сортових особливостей та рівня забезпечення рослин елементами живлення. Важливим напрямом оптимізації технології вирощування культури є добір сортів із високою адаптивністю до посушливих умов та стабільним проходженням основних етапів онтогенезу [1, 2].

Дослідження проводили у 2017–2020 рр. на базі Навчально-науково-практичного центру Миколаївського національного аграрного університету із сортами гороху вітчизняної селекції Оплот, Отаман і Царевич, які характеризуються стійкістю насіння до осипання. Визначали тривалість основних міжфазних періодів: сівба–сходи, сходи–початок цвітіння, початок цвітіння–повна стиглість та загальний період сівба–повна стиглість.

Вивчення фенологічних особливостей сортів має важливе значення для оцінювання їх адаптивного потенціалу, оскільки тривалість вегетаційного періоду визначає можливість рослин уникати впливу несприятливих погодних умов у критичні фази росту та розвитку. Для умов Степу України особливо важливою є здатність сорту забезпечити формування врожаю за обмеженого вологозабезпечення та підвищених температур [1, 3].

Аналіз отриманих результатів показав, що тривалість періоду від сівби до появи сходів у досліджуваних сортів була відносно стабільною та становила 8–11 діб. Найменше значення 8 діб відзначено в окремих варіантах вирощування сортів Оплот, Отаман і Царевич, тоді як максимальна тривалість становила 11 діб.

Період від сходів до початку цвітіння характеризувався більшою варіабельністю. У сорту Оплот його тривалість становила 38–40 діб, у сорту Отаман – 39–41 добу, у сорту Царевич – 39–41 добу. Отже, сорти Отаман і Царевич характеризувалися дещо тривалішим періодом вегетативного розвитку до початку генеративної фази порівняно з сортом Оплот.

Тривалість періоду від початку цвітіння до повної стиглості також залежала від сортових особливостей. У сорту Оплот цей показник становив 37 діб, у сорту Отаман – 38 діб, а у сорту Царевич – 39 діб. Подібна диференціація сортів за тривалістю окремих фенологічних фаз узгоджується з

результатами досліджень адаптивних особливостей сортів гороху, за якими генотипові характеристики визначають реакцію рослин на зміну умов середовища [2].

У середньому за досліджуваними варіантами загальна тривалість періоду сівба–повна стиглість становила 85,3 доби у сорту Оплот, 87,3 доби у сорту Отаман та 88,3 доби у сорту Царевич. Таким чином, сорт Оплот характеризувався найкоротшим вегетаційним періодом, тоді як Царевич мав найдовший період вегетації.

Найкоротший вегетаційний період – 83 доби встановлено у сорту Оплот за варіанта $A_1B_3C_3$. Максимальну тривалість – 91 добу зафіксовано у сорту Царевич за варіанта $A_3B_1C_1$. Загальна амплітуда варіювання тривалості періоду сівба–повна стиглість становила 8 діб.

Сорт Оплот характеризувався більш раннім завершенням вегетації: залежно від поєднання досліджуваних факторів тривалість періоду сівба–повна стиглість становила 83–88 діб. У сорту Отаман цей показник змінювався в межах 85–90 діб, а у Царевича – 86–91 доба. Виявлена диференціація свідчить про наявність сортової специфіки проходження фенологічних фаз.

Умови вирощування, зокрема система живлення, також впливали на тривалість окремих міжфазних періодів. Водночас характер варіювання показників свідчить, що сортові особливості мали істотне значення у формуванні загальної тривалості вегетаційного періоду. Відомо, що оптимізація живлення та інших елементів технології може підвищувати стійкість гороху до стресових факторів і сприяти стабілізації продуктивності в умовах Степу України [4, 5].

Для умов Південного Степу ранньостиглість є важливою адаптивною ознакою, оскільки скорочення вегетаційного періоду дає можливість зменшити ризик негативного впливу посухи та високих температур у другій половині вегетації. Водночас триваліший період розвитку може забезпечувати додатковий час для формування генеративної продуктивності за достатнього рівня вологозабезпечення [1, 3].

Отже, результати досліджень свідчать про залежність тривалості міжфазних періодів гороху від взаємодії сорту, системи живлення та умов року. Найбільш ранньостиглим серед досліджуваних сортів був Оплот, середня тривалість вегетаційного періоду якого становила 85,3 доби. Сорти Отаман і Царевич характеризувалися тривалішим періодом вегетації – відповідно 87,3 та 88,3 доби.

Таким чином, оцінювання тривалості міжфазних періодів є важливим складником визначення адаптивного потенціалу сортів гороху. Для умов Південного Степу України сорт Оплот, який характеризувався найкоротшим періодом сівба–повна стиглість, може становити практичний інтерес як генотип із більш раннім завершенням вегетації. Водночас сорти Отаман і Царевич можуть бути перспективними за умов достатнього вологозабезпечення, коли триваліший період вегетації створює можливості для формування продуктивності. Подальші дослідження доцільно спрямувати на встановлення

взаємозв'язку між тривалістю фенологічних фаз, урожайністю та показниками адаптивності сортів залежно від системи живлення та погодних умов року.

Література

1. Вожегова Р. А., Сорокунський С. С. Насіннєва продуктивність та параметри адаптивності сортів гороху посівного залежно від інокулянтів та систем захисту рослин. *Аграрні інновації*. 2021. № 6. С. 82–86. DOI: 10.32848/agrar.innov.2021.6.14.

2. Присяжнюк О. І., Король Л. В. Оцінка адаптивних особливостей нових сортів гороху. *Новітні агротехнології*. 2014. № 2. DOI: 10.21498/na.1(2).2014.119078.

3. Усов Р. М., Кривенко А. І., Соломонов Р. В. Господарська цінність сортів гороху в умовах степової зони України. *Аграрні інновації*. 2024. № 27. DOI: 10.32848/agrar.innov.2024.27.18.

4. Гирка А. Д., Ткаліч І. Д., Сидоренко Ю. Я. та ін. Актуальні аспекти технології вирощування гороху в умовах Північного Степу України. *Вісник аграрної науки*. 2018. Т. 96, № 2. С. 36–42. DOI: 10.31073/agrovisnyk201802-05.

5. Дробітько А. В., Брагін А. В. Елементи технології вирощування гороху в умовах півдня України. Продовольча безпека України в умовах післявоєнного відновлення: глобальні та національні виміри. Міжнародний форум : доповіді учасників міжнародної науково-практичної конференції (м. Миколаїв, 28–30 травня 2025 р.). Миколаїв : МНАУ, 2025. С. 62–65. DOI: 10.31521/978-617-7149-86-5-18.

ЯКІСТЬ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ДОЗ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ

Шебаніна О.В., д-р екон. наук, професорка
Смірнова І. В., к. с.-г. н., доцент
Тарабріна А.-М.О., доктор філософії (PhD)
Миколаївський національний аграрний університет,
м. Миколаїв, Україна

Пшениця озима (*Triticum aestivum* L.) є однією з основних зернових культур, які формують продовольчу безпеку та забезпечують сировиною борошномельну і хлібопекарську галузі. Важливими показниками технологічної цінності зерна є вміст білка, масова частка сирої клейковини та її якість. Формування цих показників залежить від генотипових особливостей сорту, погодних умов, рівня мінерального живлення та застосування біологічних препаратів. Дослідження в умовах України підтверджують доцільність вивчення біопрепаратів як складової біологізованих технологій вирощування пшениці озимої [1–3].

Метою досліджень було визначити вплив різних доз мінеральних добрив та позакореневого застосування біопрепаратів Біокомплекс-БТУ-р і Органік-Баланс на показники якості зерна пшениці озимої сорту Дума одеська в умовах Південного Степу України.

Експериментальні дослідження проведено впродовж 2019–2021 рр. на дослідному полі Навчально-науково-практичного центру Миколаївського національного аграрного університету. Матеріалом для досліджень був сорт пшениці озимої Дума одеська, власником якого є Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення. Попередником був чорний пар. Технологія вирощування, за винятком досліджуваних факторів, відповідала зональним рекомендаціям для Південного Степу України.

Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем південний залишково-слабкосолонцюватий важкосуглинковий на лесах. Реакція ґрунтового розчину нейтральна (pH 6,8), уміст гумусу в шарі 0–30 см становив 3,1–3,3%. Запаси рухомих форм елементів живлення характеризувалися вмістом легкогідролізованого азоту 65 мг/кг, нітратів – 15–25 мг/кг, рухомого фосфору – 41–46 мг/кг та обмінного калію – 389–425 мг/кг ґрунту.

Польовий дослід був двофакторним. Фактор А – дози мінеральних добрив: без добрив (контроль), $N_{32}P_{32}K_{32}$ та $N_{64}P_{64}K_{64}$. Фактор В – позакореневе застосування біопрепаратів: контроль (обробка водою), Біокомплекс-БТУ-р та Органік-Баланс.

За результатами досліджень встановлено, що показники якості зерна пшениці озимої змінювалися залежно від рівня мінерального живлення та застосування біопрепаратів.

Найбільший вплив досліджуваних факторів виявлено на масову частку сирої клейковини та вміст білка. У середньому за роки досліджень у контрольному варіанті без застосування мінеральних добрив та біопрепаратів масова частка сирої клейковини становила 19,7%, а вміст білка – 12,2%. За внесення $N_{64}P_{64}K_{64}$ та застосування біопрепарату Органік-Баланс ці показники зростали відповідно до 20,5 та 13,1%. Отже, приріст становив 0,8 в.п. за вмістом сирої клейковини та 0,9 в.п. за вмістом білка.

Застосування біопрепаратів особливо чітко позначилося на якості клейковини. На фоні $N_{64}P_{64}K_{64}$ її показник за обробки Біокомплекс-БТУ-р становив 71,9 ум. од., тоді як за використання Органік-Баланс – 79,4 ум. од. У порівнянні з контрольним варіантом за цього ж рівня мінерального живлення показник зріс відповідно на 1,1 та 8,6 ум. од. Найвищий результат за якістю клейковини отримано за поєднання $N_{64}P_{64}K_{64}$ з Органік-Баланс.

Аналогічна закономірність спостерігалася за вмістом білка. На фоні $N_{64}P_{64}K_{64}$ у контрольному варіанті його масова частка становила 12,5 %, за застосування Біокомплекс-БТУ-р – 12,3%, а за використання Органік-Баланс – 13,1%. Таким чином, найвищий показник перевищував контрольний варіант за цього ж фону мінерального живлення на 0,6 в.п.

За досліджуваних умов усі варіанти сформували зерно 3-го класу. Отже, зміна доз мінеральних добрив і застосування біопрепаратів впливали насамперед на кількісні значення показників якості зерна, але не супроводжувалися переходом до іншого класу за прийнятою класифікацією.

Отримані результати загалом відповідають даним досліджень, у яких встановлено позитивну роль біопрепаратів у формуванні продуктивності та окремих показників якості зерна пшениці озимої. Зокрема, для Органік-Баланс в інших умовах вирощування відзначено позитивний вплив на вміст клейковини, а використання Біокомплекс-БТУ-р досліджувалося як елемент біологізованих технологій вирощування пшениці озимої [1–3]. Водночас ефективність біопрепаратів значною мірою визначається фоном мінерального живлення та погодними умовами року.

Таким чином, оптимальним за комплексом досліджуваних показників виявилося поєднання мінеральних добрив у дозі $N_{64}P_{64}K_{64}$ із застосуванням біопрепарату Органік-Баланс. За цього варіанта отримано найвищі показники масової частки сирої клейковини – 20,5%, її якості – 79,4 ум. од., вмісту білка – 13,1 %. Отримані результати свідчать про доцільність поєднання мінерального живлення з біологічними препаратами як елемента технології вирощування пшениці озимої в умовах Південного Степу України.

Висновки. У середньому за 2019–2021 рр. показники якості зерна пшениці озимої сорту Дума одеська залежали від дози мінеральних добрив та застосування біопрепаратів. Найвищу масову частку сирої клейковини (20,5%), її якість (79,4 ум. од.) та вміст білка (13,1 %) сформовано за внесення $N_{64}P_{64}K_{64}$ у поєднанні з препаратом Органік-Баланс. Усі досліджувані варіанти забезпечували формування зерна 3-го класу. Отримані результати підтверджують перспективність поєднання мінерального живлення з біопрепаратами для покращення показників якості зерна пшениці озимої в умовах Південного Степу України.

Література

1. Дробітько А. В., Смірнова І. В., Байсен І. Продуктивність пшениці озимої залежно від передпосівної обробки насіння в умовах Півдня України. *Аграрні інновації*. 2025. Вип. 29. С. 312–318. URL: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.48.

2. Дробітько А. В. Агроекологічне обґрунтування та розробка еле-ментів біологізованих технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах Півдня України : дис. ... URL: https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/19250

3. Панфілова А. В., Корхова М. М. Вплив погодних умов у весняно-літній період та сортових особливостей на формування якості зерна пшениці м’якої озимої. *Аграрні інновації*. 2024. № 27. С. 74–82. URL: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.27.11.

СЕКЦІЯ 2. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ГЕНЕТИКИ, СЕЛЕКЦІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ТА БІОТЕХНОЛОГІЇ

SECTION 2. CURRENT ISSUES IN GENETICS, CROP BREEDING, AND BIOTECHNOLOGY

ГЕНЕТИКО-СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ В СТВОРЕННІ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ

Ващенко В. В., д. с.-г. н., професор
Шевченко О. О., к. с.-г. н., доцент
Лобко Т. К., старший викладач
Дніпровський державний аграрно-економічний університет,
м. Дніпро, Україна

Урожай це похідна продуктивності, стійкості до біотичних і абіотичних факторів, які впливають на рослину під час росту і розвитку. Сучасне виробництво потребує від нових сортів високих і стабільних врожаїв на фоні зміни кліматичних умов. При створенні сортів, які поєднують продуктивність і адаптивність важливо визначати роль генотипу і екологічних факторів в детермінації урожайності. Для рішення цих задач розроблені і запропоновані різні феноменологічні і генетико-біометричні методи, статистичні підходи, які базуються на моделі Р. Фішера, яка описує генотип через середнє значення фенотипу. Також дослідниками запропоновано використовувати регресію на середню урожайність набору сортів [1, 2]. В кожному середовищі цей показник є мірою пластичності сорту, а в якості стабільності використовується узагальнений середній квадрат відхилень від регресії, зменшений на узагальнену помилку досліду, поділену на число повторень, що є помилкою групування. Цей статистичний метод надалі об'єднали в генетико-біометричному вигляді нової моделі, яку удосконалили і синтезували в генетичний підхід [3–5]. Результати досліджень сортів в екологічному випробуванні пшениці м'якої озимої по чорному пару оброблені за програмою ОПП OSGE «Elite Sistems» в 2023–2026 роках. В моделі дисперсійного аналізу сорти розглядали як фактор з фіксованими умовами, тому, що вирішувалася задача визначення кращого з набору сортів провідних вітчизняних селекційних установ. Попередник також фактор з диференційованими умовам, так як він основний в умовах недостатнього і нестійкого зволоження. Оцінювали стабільність по дисперсії відхилень від регресії яка показує зміну реакції сортів на середовище від лінійної залежності. Припускаючи, що навантаження середовища не перевищують захисні можливості сортів, які відповідно реагують на зміни та відмічена лінійна залежність між урожайністю і умовами вегетації. Наше припущення підтверджується стабільною врожайністю адаптованих сортів до умов північної підзони Степу України. Для набору сортів характерна лінійна реакція на

середовище.

Урожайність це кількісна характеристика здатності рослин формувати певну кількість органічної речовини за вегетацію на одиниці площі та визначаються відповідним комплексом взаємопов'язаних генів. У зв'язку з відсутністю «генів урожайності» генетичний контроль комплексної ознаки «урожайність» здійснюється через фізіологічні та біохімічні реакції. Саме тому необхідні знання щодо генетичної мінливості її компонентів – "кількість зерен на одиниці площі", "кількість зерен в колосі", їх "маса" та інших кількісних ознак.

У дослідженнях з'ясовано рівень стабільності, пластичності і селекційної цінності сортів за показником урожайність в мінливих умовах вегетаційних періодів. Середня урожайність по сортах була в межах 6,46–7,97 т/га. Високою урожайністю характеризувалися сорти Ігриста, Смуглянка, Співанка і Комерційна. Генотиповий ефект знаходився в межах від 5,32 у сорту Богдана до 7,89 у сорту Співанка.

Комплексний показник – селекційна цінність генотипу вище у більш продуктивних сортів: Мудрість одеська, Оптима одеська, Новинка, Щедра, Співанка.

Аналіз середовищ, як фону для добору, характеризує умови вегетації 2023/2024 роки як нівелюючий, 2024-2025 роки – стабілізуючий, а 2025/2026 – аналізуючий. Ці результати використані для корегування в доборі сортів для включення їх в схрещування при створенні нового вихідного матеріалу.

Таким чином, використання генетико-статистичних підходів дає можливість більш детально характеризувати сорти, що зменшує імовірність помилок, і збільшує ефективність селекційної роботи.

Література

1. Pascual L., Fernández M., Aparicio N., López-Fernández M., Fité R., Giraldo P., Ruiz M. Development of a multipurpose core collection of bread wheat based on high-throughput genotyping data. *Agronomy*. 2020. Vol. 10, No. 4. Article 534. DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy10040534.

2. Lopes M. S., El-Basyoni I., Baenziger P. S., Singh S., Royo C., Ozbek K., Aktas H., Ozer E., Ozdemir F., Manickavelu A., Ban T., Vikram P. Exploiting genetic diversity from landraces in wheat breeding for adaptation to climate change. *Journal of Experimental Botany*. 2015. Vol. 66, No. 12. P. 3477–3486. DOI: https://doi.org/10.1093/jxb/erv122.

3. Літун П. П. та ін. Пакет прикладних програм «ОСГЕ». Харків, 1992. 192 с.

4. Литвиненко М. А., Голуб Є. А. Підвищення генетичного потенціалу продуктивності і показники якості зерна в селекції озимої м'якої пшениці. *Збірник наукових праць Уманського державного аграрного університету*. Умань : Уманський ДАУ, 2008. С. 30–31.

5. Шевченко О. О., Ващенко В. В., Лобко Т. К. Ступінь пластичності сортів пшениці м'якої озимої різних екотипів. *Зернові культури.* Том 7. № 1. 2023. С. 37–42. DOI: https://doi.org/10.31867/2523-4544/0256.

ВПЛИВ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ КАРТОПЛІ, ОЗДОРОВЛЕНИХ БІОТЕХНОЛОГІЧНИМ МЕТОДОМ

Григор'єва О. М., к. с.-г. н, доцент
Інститут сільського господарства Степу НААН,
с. Созонівка, Кропивницький район, Кіровоградська область
Алмаєва Т. М., старший викладач
Херсонський державний аграрно-економічний університет
м. Кропивницький, Кіровоградська область

Картопля (*Solanum tuberosum L.*) становить один із ключових компонентів раціону харчування людини та займає значуще місце серед головних агрокультур світу, розміщуючись на п'ятій позиції за значенням джерела енергії після пшениці, кукурудзи, рису та ячменю. У глобальній проблемі з забезпечення людства харчуванням картопля займає друге місце за пшеницею, тому її ще називають другим хлібом. Валовий збір картоплі в Україні (близько 330 млн. тон) та площі посівів (понад 18 млн. га) свідчать про важливість цієї культури в глобальній проблемі забезпечення продовольством. Її вирощують у всіх ґрунтово-кліматичних зонах. Натомість її врожайність залишається ще досить низькою, незважаючи га потенціал сортів [1, 2].

Підвищити ефективність виробництва картоплі в господарствах усіх категорій можна лише на основі суттєвого зростання урожайності з 13–16 т/га до 20–25 т/га. Для вирішення цього завдання потрібне значне удосконалення насінництва, а саме налагодження виробництва добазової, базової, сертифікованої (репродукційної) насіннєвої картоплі [3].

В сучасних умовах досить важливе значення має пошук шляхів оптимізації добазового і базового насінництва на всіх його етапах, особливо в спрямованості на скорочення матеріальних, трудових та енергетичних затрат з підвищенням якості насіннєвого матеріалу, розроблення і застосування спеціальних агрозаходів, які обмежують розповсюдження вірусної інфекції у польових умовах [4]. Одним із найважливіших способів боротьби з вірусними хворобами картоплі є отримання високопродуктивного, оздоровленого насіннєвого матеріалу і його прискорене розмноження в культурі *in vitro* [5, 6].

В останні роки вчені та практики-картоплярі звернули увагу на використання в картоплярстві регуляторів росту рослин, які наразі стають одним із головних резервів підвищення врожайності, оскільки інші джерела, особливо добрива, вичерпуються і далі не будуть займати провідне місце. На сьогодні сільське господарство не може гарантувати екологічно чисту продукцію. Тому пошук і розробка новітніх безпечних заходів, дозволяють відчутно знизити надходження нітратів в організм людини і це є однією з актуальних проблем сьогодення. Якість можна вважати одним із основних аспектів продовольчої безпечності [7].

Метою наших досліджень було інтенсифікувати процес відтворення базового насіннєвого матеріалу картоплі в культурі *in vitro* за рахунок дії регуляторів росту рослин на різних етапах. Науково-дослідна робота проводилася шляхом постановки польових дослідів в лабораторії біоадаптивних технологій в АПВ Інституту сільського господарства Степу НААН України в 2024–2025 рр.

У досліді використовувався вихідний матеріал картоплі в культурі *in vitro* сортів Межирічка і Щедрик, отриманий в Інституті СГС НААН в 2021 р.

Про забезпеченість рослин вологою та теплом свідчить гідротермічний коефіцієнт (ГТК) як в окремі періоди росту і розвитку, так і в цілому за вегетаційний період. Доведено, що найкращі умови для одержання високих врожаїв сільськогосподарських культур створюються тоді, коли ГТК за відповідний період дорівнює 1,0–1,4. За значення цього показника 0,6 і менше рослини пригнічуються посухою. Погодні умови проведення досліджень в 2024 р. характеризувалися підвищеним температурним режимом на фоні відсутності ефективних опадів. За період вегетації картоплі в умовах року випало 55,6 мм опадів за середньобагаторічного значення 232,0 мм. Ступінь зволоження посівів картоплі у травні за ГТК склав 0,18 за середньо багаторічного показника 0,95, тобто рослини були пригнічені посухою, в червні – 0,33 за норми 1,18, в липні – 0,02 за норми 1,16, рослини знаходилися в стресовому стані. Несприятливі умови другої половини вегетації картоплі – високий порівняно до середньобагаторічного показника температурний режим на фоні відсутності ефективної кількісті опадів негативно позначилися на формуванні вегетативної маси рослин та фотосинтетичного потенціалу насаджень картоплі високих категорій та закладанню бульб, що, власне, й визначило основу майбутнього врожаю (рис. 1).

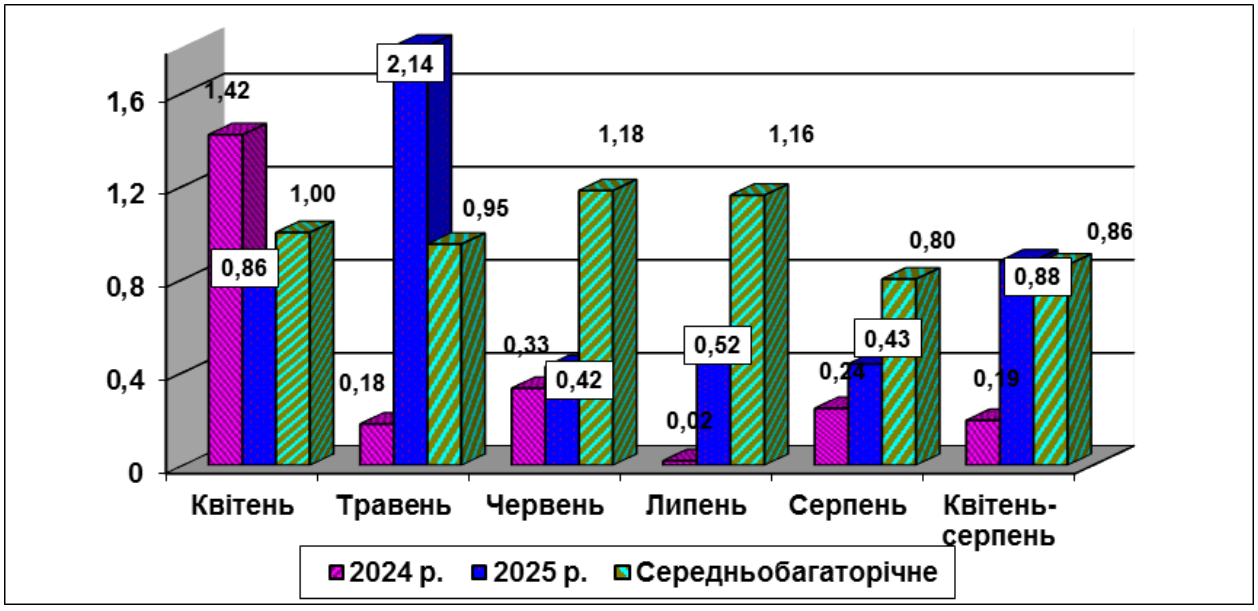


Рис. 1. Ступінь зволоження території за гідротермічним коефіцієнтом Г. Т. Селянинова

В 2025 р. за вегетаційний період картоплі випало 235.5 мм опадів за норми 260,0, ГТК склав 0,88 за норми 1,02, що сприяло формуванню якісного насіннєвого матеріалу бульб.

В умовах 2024 р. маса бульб картоплі з одного куща як у ранньостиглого сорту Межирічка 11 – 0,16 кг, так і у сорту Щедрик – 0,22 кг максимальною сформувалася у варіанті, де вихідний матеріал оздоровлювали введенням в культиваційне середовище ІОК, 0,00005% регуляторів росту рослин Аденін, 0,000025% + Кінетін, 0,00001% – 0,47 кг. Після обприскування біостимулятором росту рослин Бетіно, 20 мл на 10 л води, цей показник зріс у сорту Межирічка 11 на 0,4 кг (25,0 %), сорту Щедрик – на 18,2%.

В 2025 р. вищі показники продуктивності у сорту Межирічка 11 – 0,37 кг і сорту Щедрик – 0,57 кг бульб з одного куща отримали за умови застосування в культурі *in vitro* ІОК, 0,00005% + Аденін, 0,000025% + Кінетін, 0,00001% та обприскування насаджень біостимулятором Бетіно. Застосування антистресового препарату Бетіно в період сходів та бутонізації картоплі сприяло збільшенню маси бульб сорту Межирічка 11 на 0,04 кг (12,5%), сорту Щедрик – на 0,03 кг (6,7%).

Як за роками досліджень, так і в середньому за 2024–2025 рр. більш продуктивними були рослини ранньостиглих сортів Межирічка 11 та Щедрик у варіанті, де вихідний матеріал в 2021 р. оздоровлювали введенням в культиваційне середовище в культурі *in vitro* ІОК, 0,00005% + Аденін, 0,000025% + Кінетін, 0,00001%. Так, без застосування РРР у сорту Межирічка 11 під одним кущем отримали по 0,25 кг бульб, у сорту Щедрик – 0,37 кг. Після обприскування насаджень препаратом Бетіно цей показник відповідно зріс на 0,04 кг (16,0%) та 0,5 кг (13,5%).

Урожайність картоплі класу SE (супереліта) в посушливих умовах 2024 р. у сорту Межирічка 11 коливалася в межах 3,39–4,82 т/га, сорту Щедрик 6,07–6,96 т/га. Застосування біостимулятора росту по рослинах картоплі сприяло підвищенню даного показника сорту Межирічка 11 на 21,2–52,8%, сорту Щедрик – на 4,5–28,0%. Вищу урожайність як сорт Межирічка 11 (5,18 т/га), так і сорт Щедрик (7,77 т/га) сформували у варіанті, де вихідний матеріал в 2021 р. оздоровлювали введенням в культиваційне середовище регуляторів росту Аденін, 0,000025% + Кінетін, 0,00625% з послідуючим обприскуванням насаджень картоплі в період бутонізації – цвітіння (двічі за вегетацію) антистресовим препаратом Бетіно. Приріст урожайності бульб до контролю сорту Межирічка 11 становив 0,72 т/га (16,1%), сорту Щедрик – 1,34 т/га (20,8%) за $НІР_{05}$ = 0,28 т/га.

За результатами аналізу урожайності бульб базової насіннєвої картоплі класу Е (еліта) встановлено, що в умовах 2025 р. у сорту Межирічка 11 вона коливалася в межах 15,0–16,7 т/га, сорту Щедрик 21,4–23,7 т/га. Обприскування насаджень картоплі біостимулятором антистресантом Бетіно сприяло підвищенню даного показника сорту Межирічка 11 на 0,9–1,8 т/га (5,8–10,8%), сорту Щедрик – на 0,5–1,9 т/га (2,2–8,0%).

Вищу урожайність бульб як сорт Межирічка 11 – 16,7 т/га, так і сорт Щедрик – 23,7 т/га формували у варіанті Аденін, 0,000025% + Кінетін, 0,00001%. Обприскування посівів біостимулятором росту рослин у даному варіанті досліду дало можливість додатково отримати 0,28 т/га сорту Межирічка 11 і 0,18 т/га сорту Щедрик за $НІР_{05}$ = 0,21 т/га.

В середньому за 2024–2025 рр. урожайність бульб картоплі у варіантах досліду без застосування регулятору росту рослин в період вегетації насаджень сорту Межирічка 11 коливалася в межах 9,3–10,3 т/га, сорту Щедрик – відповідно 11,6–16,0 т/га. Обприскування рослин двічі за вегетацію біостимулятором антистресантом Бетіно сприяло підвищенню даного показника у сорту Межирічка 11 на 5,3–10,6 %, сорту Щедрик – на 3,4–6,3% (табл. 1).

Таблиця 1

Урожайність картоплі класу SE і E, оздоровленої за рахунок дії РРР в культурі *in vitro*, середнє за 2024–2025 рр., т/га

Сорт, ф. А	Регулятори росту рослин в культурі *in vitro*, ф. В	Біостимулятор росту рослин, ф. С					
		без обприскування рослин			із обприскуванням рослин		
		т/га	середнє, ф. В	середнє, ф. С	т/га	середнє, ф. В	середнє, ф. С
Межирічка 11	Контроль	9,3	9,7	9,8	10,1	-	10,6
	ІОК, 0,00010 + Аденін, 0,000025% + Кінетін, 0,00625, %	9,6	10,2		10,8	-	
	ІОК, 0,00005 + Аденін, 0,00010% + Кінетін, 0,00625%	9,5	9,7		10,0	-	
	ІОК, 0,00005 % + Аденін, 0,000025 % + Кінетін, 0,00001%	***10,4***	11,0		***11,5***	-	
Середнє по сорту		*10,2*					
Щедрик	Контроль	14,4	14,8	15,0	15,1	12,3	15,8
	ІОК, 0,00010 + Аденін, 0,000025% + Кінетін, 0,00625, %	14,5	14,8		15,2	12,5	
	ІОК, 0,00005 + Аденін, 0,00010% + Кінетін, 0,00625%	15,2	15,5		15,8	12,6	
	ІОК, 0,00005% + Аденін, 0,000025% + Кінетін, 0,00001%	16,0	16,5		***17,0***	13,7	
Середнє по сорту		*15,4*					
Середнє по ф. С		*12,4*			*13,2*		
$НІР_{05}$, т/га: ФА = 0,13–0,27; ФВ = 0,11–0,23; ФС =0,14 –0,30; ФАВ = 0,22–0,46; ФАС= 0,28–0,60; ФВС = 0,26–0,52; ФАВС = 0,49–1,14							

Вищу урожайність бульб як сорт Межирічка 11 – 11,5 т/га, так і сорт Щедрик – 17,0 т/га формували за умови застосування в 2021 р. з метою інтенсифікації процесу відтворення вихідного матеріалу в культурі *in vitro* регуляторів росту рослин Аденін, 0,000025% + Кінетін, 0,00001% та обприскування посівів біостимулятором росту рослин Бетіно. Порівняно до контролю (модифіковане живильне середовище ІК НААН) додатково отримано 1,4 т/га (13,9%) бульб сорту Межирічка 11 і 1,9 т/га (12,6%) – сорту Щедрик.

Як видно із наведених даних, застосування органічного біостимулятора рослин Бетіно по сходах та в період бутонізації – цвітіння позитивно впливало на формування додаткового врожаю бульб картоплі. Приріст урожайності від застосування даного агрозаходу становив 0,8 т/га або 6,5%.

Література

1. Бондарчук А. А. Наукові основи насінництва картоплі в Україні : монографія. Київ ; Біла Церква, 2010. 400 с. ISBN 978-966-8035-70-8.
2. Анічин Л. М., Гуторова О. О., Демилок Н. С. Основні напрямки підвищення ефективності галузі картоплярства в сільськогосподарських підприємствах України. *Вісник ХНАУ. Серія: Економічні науки*. 2013. С. 3–9.
3. Бондарчук А. А., Вишневська О. В. Насінництво картоплі в Україні: стан та перспективи розвитку. *Аграрний тиждень*. Україна. URL: http://a7d.com.ua/plants/17185-nasinnictvo-kartopli-v-ukrayin-stan-ta-perspektivi-rozvitku.html.
4. Çalışkan M. E., Yavuz C., Yağız A. K., Demirel U., Çalışkan S. Comparison of aeroponics and conventional potato mini tuber production systems at different plant densities. *Potato Research*. 2021. Vol. 64, No. 1. P. 41–53. DOI:https://doi.org/10.1007/s11540-020-09463-z.
5. Різник В. С. Оздоровлення картоплі: проблеми і перспективи. Картоплярство. 1997. Вип. 27. С. 23–34.
6. Слободян К. А., Олійник Т. М., Слободян С. О. Оздоровлення картоплі від вірусних хвороб з використанням методу хіміотерапії. *Геном рослин : збірник наукових статей*. Одеса, 2008. С. 216–219.
7. Brurberg M. B., Elameen A., Le V. H., Nærstad R., Hermansen A., Lehtinen A., Hannukkala A., Nielsen B., Hansen J., Andersson B., Yuen J. Genetic analysis of Phytophthora infestans populations in the Nordic European countries reveals high genetic variability. *Fungal Biology*. 2011. Vol. 115, No. 4–5. P. 335–342. DOI: https://doi.org/10.1016/j.funbio.2011.01.003.

ВАРІАБЕЛЬНІСТЬ ЯКІСНИХ ОЗНАК НАСІННЯ МУТАНТНИХ ЛІНІЙ АМАРАНТУ, ОТРИМАНИХ МЕТОДОМ ІНДУКОВАНОГО МУТАГЕНЕЗУ

Гудим О. В., к. с.-г. н., доцент
Державний біотехнологічний університет,
м. Харків, Україна

Амарант (*Amaranthus* L.) є перспективною зерновою культурою, яка привертає увагу дослідників завдяки поєднанню високої поживної цінності насіння, значного вмісту білка та цінних ліпідних компонентів. Культура має тривалу історію використання на американському континенті, де зернові види

амаранту були важливою складовою традиційного землеробства та харчування корінних народів. Сучасний інтерес до амаранту значною мірою пов'язаний із результатами біохімічних досліджень, які засвідчили високу харчову цінність його насіння та наявність комплексу білків, ліпідів, харчових волокон, мінеральних речовин та інших біологічно активних сполук [1, 2].

Особливе значення для продовольчого використання мають зернові види амаранту, зокрема *Amaranthus hypochondriacus* L. Насіння представників цього виду характеризується значним умістом білка та олії, а ліпідна фракція відзначається переважанням ненасичених жирних кислот, серед яких важливе місце займають олеїнова та лінолева кислоти [2, 3]. Крім того, олія амаранту є джерелом сквалену та інших цінних мінорних компонентів, що розширює можливості використання культури у харчовій, фармацевтичній та інших галузях [1, 3].

Попри значний біологічний і господарський потенціал, селекційні ресурси амаранту потребують подальшого розширення. Сучасні селекційні програми мають бути спрямовані на створення генотипів, які поєднуватимуть високу насіннєву продуктивність із покращеними показниками якості насіння, підвищеним умістом білка й олії, цінним жирнокислотним складом та скоростиглістю. Перспективним напрямом вирішення цього завдання є використання експериментального мутагенезу як способу створення нової спадкової мінливості [4, 5].

Експериментальний мутагенез дає можливість розширити генетичну різноманітність вихідного матеріалу та одержати форми, які не завжди можна отримати традиційними методами селекції. Серед фізичних мутагенів важливе місце займає гамма-випромінювання, здатне індукувати широкий спектр спадкових змін. Ефективність застосування гамма-променів для отримання нової генетичної мінливості в зернового амаранту підтверджується як вітчизняними, так і зарубіжними дослідженнями [4–6]. Встановлено, що характер прояву індукованої мінливості залежить від генотипу, дози опромінення та ознаки, що досліджується [5, 6].

Показано, що застосування гамма-опромінення до насіння амаранту може супроводжуватися змінами морфологічних, фізіологічних і господарсько цінних ознак, а в наступних поколіннях створює можливості для добору стабільних мутантних форм [5, 6]. Окремий інтерес становить використання радіаційного мутагенезу для зміни якісних характеристик насіння. Зокрема, у гамма-індукованих сортів амаранту встановлено відмінності за масою насіння, умістом олії, амінокислотним та жирнокислотним складом порівняно з немутантними формами [7].

Отже, використання індукованого мутагенезу для створення нового вихідного матеріалу є перспективним напрямом селекції амаранту, особливо за умови поєднання мутаційного методу з наступним індивідуальним добором та комплексною оцінкою отриманих ліній.

Метою роботи було провести порівняльну оцінку якісних показників насіння нових мутантних ліній амаранту *Amaranthus hypochondriacus* L. та

вихідних сортів за вмістом білка, олії й жирнокислотним складом, а також виділити генотипи з підвищеним рівнем окремих селекційно цінних показників для подальшого використання в селекційному процесі.

Матеріалом для досліджень слугували три білонасінні сорти амаранту виду *Amaranthus hypochondriacus* L. – Студентський, Харківський 1 та Сем, створені за участю селекційних програм Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва (нині – Державний біотехнологічний університет). Для порівняльної оцінки також використовували сім мутантних ліній: ЛМСТ15, ЛМСт150ЧР, ЛМСт150ЧН, ЛМХ150, ЛМХ150РВ, ЛМС150ЗВ та ЛМС150Ч, отриманих у результаті індукованого гамма-опроміненням мутагенезу [5].

Вихідний матеріал одержували шляхом обробки насіння гамма-випромінюванням із використанням джерела Co^{60}. У попередніх дослідженнях із цим матеріалом застосовували дози 15, 40, 150, 400 та 700 Гр, що дало можливість отримати широкий спектр фенотипової та генетичної мінливості [5]. Дослідження впливу гамма-променів на амарант показали, що характер змін залежить як від дози опромінення, так і від генотипу вихідної форми [5, 6].

Оцінювання якісних характеристик насіння проводили за вмістом білка, олії та жирнокислотним складом. Лабораторні аналізи виконували в лабораторії генетики, біотехнології та якості Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України. Отримані експериментальні дані опрацьовували статистичними методами для встановлення достовірності виявлених відмінностей між вихідними сортами та мутантними лініями.

Порівняльна оцінка вихідних сортів та отриманих мутантних ліній засвідчила, що застосування гамма-опромінення сприяло формуванню значної варіабельності за якісними характеристиками насіння. Такий результат відповідає загальній закономірності дії індукованого мутагенезу, за якої після опромінення вихідного матеріалу виникає широкий спектр генетично зумовлених відмінностей, а подальший добір дає змогу виділити форми з бажаними для селекції ознаками [4–6].

За результатами проведених досліджень установлено мутантні лінії з підвищеним умістом білка в насінні порівняно з відповідними вихідними формами. Збільшення цього показника становило 1,56–3,35%. Виявлена мінливість становить практичний інтерес, оскільки білкова складова є однією з основних характеристик харчової цінності зерна амаранту. Відомо, що насіння амаранту відзначається високою харчовою цінністю білка та може розглядатися як перспективне джерело рослинного протеїну [1, 2].

Важливою ознакою, за якою виявлено відмінності між досліджуваними формами, був уміст олії в насінні. У окремих мутантних ліній його рівень перевищував показники вихідних сортів на 0,43–0,76%. Виявлення таких форм є перспективним для селекції, оскільки олія амаранту характеризується високою часткою ненасичених жирних кислот і містить біологічно цінні мінорні компоненти [1, 3]. Подібні результати щодо можливості зміни олійності внаслідок гамма-опромінення наведено і в дослідженнях інших авторів, де

гамма-індуковані форми амаранту відрізнялися за вмістом олії та її якісними характеристиками [7].

Поряд із кількісними показниками олійності встановлено варіабельність жирнокислотного складу насіння. У мутантних ліній виявлено підвищення вмісту окремих жирних кислот, зокрема бегенової – на 0,10%, лінолевої – на 1,2–2,0%, а олеїнової – на 6,3% порівняно з вихідними формами. Важливість таких змін зумовлена тим, що жирнокислотний профіль визначає харчову цінність, стабільність та технологічні властивості рослинної олії. Для олії амаранту характерним є високий рівень ненасичених жирних кислот, серед яких значну частку становлять олеїнова та лінолева кислоти [2, 3].

Порівняння отриманих результатів із даними зарубіжних досліджень підтверджує перспективність використання мутагенезу для зміни якісних показників насіння амаранту. Зокрема, у гамма-індукованих сортів було встановлено підвищення вмісту олії, а в окремих генотипів – збільшення частки лінолевої кислоти порівняно з контрольними формами [7]. Водночас характер змін не є однозначним для всіх генотипів, що підтверджує необхідність індивідуальної оцінки мутантних ліній та проведення добору в наступних поколіннях.

Таким чином, отримані результати свідчать про можливість використання гамма-опромінення для створення нового селекційного матеріалу амаранту за комплексом якісних ознак. Найбільшу цінність становлять форми, у яких позитивні зміни за вмістом білка та олії поєднуються зі сприятливою зміною жирнокислотного складу насіння. Саме такі генотипи можуть бути використані у подальшій селекційній роботі як джерела цінних ознак.

За результатами комплексної оцінки якісних показників насіння серед отриманих мутантних форм виділено селекційно цінні лінії ЛМХ150 (IU072495), ЛМСт150ЧР (IU072494), ЛМСт150ЧН (IU072492) та ЛМСТ15 (IU072493), які характеризуються покращеним комплексом показників якості зерна.

Установлено, що індукований гамма-опроміненням мутагенез сприяв формуванню мінливості за вмістом білка, олії та окремих жирних кислот. У мутантних форм виявлено підвищення вмісту білка на 1,56–3,35%, олії – на 0,43–0,76%, а також збільшення частки бегенової, лінолевої та олеїнової кислот відповідно на 0,10; 1,2–2,0 та 6,3%.

Отримані результати підтверджують доцільність використання радіаційного мутагенезу як методу розширення генетичного різноманіття *Amaranthus hypochondriacus* L. та створення нового вихідного матеріалу для селекції. Виділені мутантні лінії можуть бути використані в подальших селекційних програмах, спрямованих на формування високопродуктивних генотипів із підвищеною харчовою цінністю та покращеними якісними характеристиками насіння.

Література

1. Venskutonis P. R., Kraujalis P. Nutritional components of amaranth seeds and vegetables : a review on composition, properties, and uses. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2013. Vol. 12, No. 4. P. 381–412. DOI: https://doi.org/10.1111/1541-4337.12021.
2. Caselato-Sousa V. M., Amaya-Farfán J. State of knowledge on amaranth grain: a comprehensive review. *Journal of Food Science*. 2012. Vol. 77, No. 4. P. R93–R104. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2012.02645.x.
3. Nasirpour-Tabrizi P., Azadmard-Damirchi S., Hesari J., Piravi-Vanak Z. Amaranth seed oil composition. In: *Amaranth: a promising crop for food and nutrition*. IntechOpen, 2020. DOI: https://doi.org/10.5772/intechopen.91381.
4. Васько В. О., Гудим О. В., Рожак О. Г. Застосування експериментального мутагенезу в селекції рослин. *Селекція і насінництво*. Харків, 2015. Вип. 107. С. 8–18. DOI: https://doi.org/10.30835/2413-7510.2015.54025.
5. Hudym O., Lymanska S., Gopciy T., Turchinova N., Mikhaylenko V., Kryvoruchenko R., Rozhkov R., Stankevych S. Amaranth variability at different doses of gamma radiation. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. Vol. 11, No. 8. P. 146–151. DOI: 10.15421/2021_282.
6. Гудим О. В. Прояв селекційно цінних ознак у ліній амаранта, отриманих індукованим мутагенезом. *Зернові культури*. 2025. Т. 9, № 1. С. 49–55. DOI: 10.31867/2523-4544/0360.
7. Szabóová M., Záhorský M., Gažo J., Geuens J., Vermoesen A., D'Hondt E., Hricová A. Differences in seed weight, amino acid, fatty acid, oil, and squalene content in γ-irradiation-developed and commercial amaranth varieties (*Amaranthus* spp.). *Plants*. 2020. Vol. 9, No. 11. DOI: 10.3390/plants9111412.
8. Joshi D. C., Bhinda M. S., Pal R. S. et al. The comparative mutagenic effectiveness and efficiency of electron beam, gamma rays, ethyl methane sulphonate and sodium azide to induce novel genetic variation in grain amaranth (*A. hypochondriacus* L.). *Heliyon*. 2025. Vol. 12, No. 1. DOI: 10.1016/j.heliyon.2025.e44496.

ОЦІНЮВАННЯ МІЖСОРТОВОГО ПОЛІМОРФІЗМУ МАЛИНИ ЗА ВИКОРИСТАННЯ SSR-PCR-АНАЛІЗУ

Димань Н. О., здобувач ступеня доктора філософії
Карпук Л. М., д. с.-г. н., професор
Білоцерківський національний аграрний університет,
м. Біла Церква, Україна

Малина (*Rubus idaeus* L.) є однією з провідних ягідних культур у світі, проте її селекція ускладнюється обмеженим генетичним різноманіттям елітних

сортів, поліплоїдією та труднощами класифікації через міжвидову гібридизацію. У зв'язку з цим ДНК-маркери, зокрема мікросателітні (SSR – Simple Sequence Repeats), стали незамінним інструментом генетичного аналізу та вдосконалення культури [1]. SSR-алелі успадковуються відповідно до законів Менделя, що дає змогу безпосередньо визначати гомо- та гетерозиготні генотипи і використовувати їх для перевірки родоводів, паспортизації сортів та маркер-опосередкованого добору бажаних генотипів [2]. Першу генетичну карту для червоної малини R. idaeus L. було розроблено у 2004 р. [3].

Метою роботи було дослідження генетичної структури сортів малини за SSR-PCR-маркерами та оцінювання ефективності їх використання для вивчення генетичного поліморфізму й спорідненості сортів малини, які культивуються в Україні.

Об'єктом досліджень слугували 12 сортів малини: 6 сортів, зареєстрованих у Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні (Благородна, Брусвяна, Космічна, Новокитаївська, Осіння, Промінь), 5 сортів, виключених з реєстру (С1–С5), та 1 сорт американської селекції – Херітейдж, вирощуваних в умовах ТОВ «Еліта» смт Терезине Київської області. ДНК виділяли з молодих листків за використання CTAB-буферу. Генотипування проведено за 10 мікросателітними локусами (RiM017, RiM019, RhM003, RhM011, RhM043, Rub1a, Rub4a, Rub223a, Rub228a і Rub262b). Аналіз поліморфізму мікросателітних локусів здійснювали шляхом електрофоретичного розділення продуктів ампліфікації у 8% денатурувальному поліакриламідному гелі з подальшим фарбуванням нітратом срібла; розмір алелів визначали за маркерами молекулярних мас GeneRuler. Генетичні параметри (Na, Ne, Ho, He, F, I) розраховано в комп'ютерній програмі PopGen версії 1.31, індекс поліморфності локусу (PIC) – за частотами ідентифікованих алелів. На підставі індексів генетичної ідентичності проведено кластерний аналіз і побудовано дендрограму за методом UPGMA.

За 10 дослідженими локусами у сортів малини виявлено загалом 45 алелів розміром від 114 до 328 п. н. Найбільшу кількість алелів (8) отримано за локусом RiM019, найменшу (2) – за локусом RhM011. Середня кількість алелів на локус становила 4,6±0,581. Виявлено низку унікальних алелів, які дають змогу індивідуально ідентифікувати окремі сорти, зокрема Брусвяну, Осінню, Херітейдж, Космічну, С1 і С2.

Значення ефективної кількості алелів варіювали від 1,291 (RiM017) до 5,053 (Rub228a), індексу Шеннона – від 0,456 до 1,77. Найвищий рівень фактичної гетерозиготності зафіксовано за локусом RiM019 (83,3%), найнижчий – за локусом RhM011 (8,3%). За значеннями PIC до високоінформативних віднесено локуси Rub228a, RiM019, Rub262b і Rub4a (0,777–0,567), до помірноінформативних – Rub1a, RhM003, RhM011 і Rub223a (0,483–0,346); значення PIC локусів RiM017 і RhM043 виявилися нижчими за 0,25, що свідчить про їх низьку інформативність [4].

Розмах генетичних відстаней за Неєм між дослідженими сортами становив від 0,0093 до 2,0127, а індексів генетичної ідентичності – від 0,0056 до 0,9398. За

результатами кластерного аналізу побудовано дендрограму генетичних взаємовідносин, яка показала відокремлене положення сорту американської селекції Херітейдж від сортів української селекції, тоді як решта сортів розподілилися на два чіткі кластери, що здебільшого узгоджується з даними про їхнє селекційне походження. Отримані результати підтверджують високу цінність SSR-маркерів для створення молекулярно-генетичних паспортів сортів, що важливо для захисту прав інтелектуальної власності селекціонерів та усунення дублювання в колекціях генетичних ресурсів [5].

Отже, вперше в Україні проведено визначення генотипів мікросателітних локусів сортів малини червоної. Встановлено високий рівень поліморфізму SSR-маркерів, доведено можливість оцінювання спорідненості зразків на основі розподілу мікросателітних алелів. Отримані дані свідчать про перспективність застосування протестованих маркерів для оцінювання генетичного різноманіття вітчизняного генофонду малини, а також розроблення методів ідентифікації і паспортизації її сортів, що може бути використано для захисту авторських прав селекціонерів.

Література

1. Dyman N., Karpuk L. The use of DNA markers in raspberry (Rubus L.) research: a review. *Agrobiology*. 2023. № 2. C. 67–77. DOI: 10.33245/2310-9270-2023-183-2-67-77.
2. Foster T., Nahla M., Bassil V., Dossett M., Worthington M., Graham J. Genetic and genomic resources for Rubus breeding: a roadmap for the future. *Horticulture Research.* 2019. Vol. 6. P. 116. DOI: https://doi.org/10.1038/s41438-019-0199-2.
3. Graham J., Smith K., MacKenzie K., Jorgenson L., Hackett C., Powell W. The construction of a genetic linkage map of red raspberry (Rubus idaeus subsp idaeus) based on AFLPs, genomic-SSR and EST-SSR markers. *Theoretical and Applied Genetics*. 2004. № 109. P. 740–749. DOI: https://doi.org/10.1007/s00122-004-1687-8.
4. Simlat M., Ptak A., Kula A., Orzeł A. Assessment of genetic variability among raspberry accessions using molecular markers. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*. 2018. Vol. 17(5). P. 61–72. DOI: 10.24326/asphc.2018.5.6.
5. Fernández-Fernández F., Antanaviciute L., Govan C. L., Sargent D. J. Development of a multiplexed microsatellite set for fingerprinting red raspberry (Rubus idaeus) germplasm and its transferability to other Rubus species. *Journal of Berry Research*. 2011. Vol. 1(4). P. 177–187.

СЕКЦІЯ 3. ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ЗБЕРЕЖЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ, СУЧАСНИЙ СТАН ТА ЇЇ ЗМІНИ

SECTION 3. KEY PRINCIPLES OF SOIL FERTILITY PRESERVATION: CURRENT STATUS AND TRENDS

✦ ═══════════════════════ ✦

БІОЛОГІЗАЦІЯ ТА МІНІМІЗАЦІЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ЯК ОСНОВА ПОДОЛАННЯ ДЕГРАДАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ В АГРОЕКОСИСТЕМАХ

Бакума Л. В., викладач
Тилігульський аграрний фаховий коледж,
с. Курісове, Україна

Сучасні агроекосистеми перебувають у стані постійного антропогенного стресу. Інтенсивний полицевий обробіток з обертанням орного шару провокує надмірну аерацію, що призводить до стрімкої мінералізації органічної речовини. Як наслідок, фіксується стійке зниження вмісту гумусу – головного чинника буферності та родючості ґрунту.

Втрата органічної речовини тягне за собою погіршення агрофізичних властивостей. Ґрунт втрачає природну водостійку структуру, стає схильним до запливання та утворення кірки. Використання важкої колісної техніки спричиняє хронічне переущільнення під орним шаром, формуючи «плужну підошву». Цей деструктивний бар’єр блокує капілярний підйом вологи під час посухи, заважає інфільтрації зливових вод та зумовлює розвиток водної й вітрової ерозії [1, 2].

Окремим аспектом деградації є хімічне та біологічне виснаження. Ігнорування сівозмін, монокультуризація та надмірне пестицидне навантаження спричиняють «втому ґрунту». Відбувається депресія корисної мікрофлори, знижується ферментативна активність ґрунтового розчину, а звільнені екологічні ніші займають патогенні гриби та мікроорганізми [3, 6].

Ефективною протидією цим деструктивним змінам та кроком до відновлення біологічної рівноваги є докорінна зміна підходів до агротехніки. У цьому контексті ключового значення набуває мінімізація механічного впливу на ґрунт, що передбачає поступову відмову від глибокої оранки на користь безплужних, мілких (Mini-till), смугових (Strip-till) або повністю нульових (No-till) технологій

Переваги мінімізації обробітку ґрунту полягають у збереження капілярної системи – відсутність механічного перевертання шарів дозволяє зберегти природні ходи черв'яків та кореневі канали. Це забезпечує оптимальний дренаж і здатність ґрунту акумулювати вологу з атмосферних опадів.

За умов технології No-till на поверхні поля формується постійний шар мульчі з пожнивних решток. Мульчуючий екран знижує кінетичну енергію крапель

дощу, запобігає змиву дрібнозему та гасить швидкість приземного вітру. Шар рослинних решток діє як терморегулятор. У літню спеку температура верхнього шару ґрунту під мульчею залишається на 4–8 °C нижчою порівняно з голим чорноземом, що суттєво зменшує непродуктивне випаровування вологи. Проте перехід на мінімальні обробітки без належного біологічного супроводу може призвести до переущільнення верхнього шару та накопичення насіння бур'янів. Саме тому технології ощадного обробітку спроможні повноцінно розкрити свій потенціал лише у синергетичній взаємодії з біологічними чинниками відтворення родючості.

Суть біологізації полягає в тому, щоб відновити природні цикли життєдіяльності ґрунту і мінімізувати штучне хімічне втручання. Замість інтенсивного внесення синтетичних речовин аграрій створює умови, за яких ґрунтова біота самостійно забезпечує живлення рослин і захищає їх від патогенів [3, 6].

Практичне втілення цього підходу розпочинається з вирощування сидеральних (проміжних) культур, оскільки земля в агроекосистемі за жодних умов не повинна залишатися відкритою. Саме тому після збирання товарного врожаю поле одразу засівають швидкорослими рослинами: гірчицею, олійною редькою, фацелією або вівсом. Їхня міцна та глибока коренева система виконує роль «природного розпушувача», успішно руйнуючи щільні прошарки ґрунту без допомоги важкої техніки, що відкриває безперешкодний доступ для кисню та вологи у глибокі горизонти. Крім того, зелена маса сидератів після скошування перетворюється на щільний шар органіки, який надійно захищає землю від перегріву, утримує вологу та виступає високоефективним природним добривом [2, 5].

Паралельно з сидерацією наступним важливим етапом стає оптимізація природної фіксації азоту, що досягається завдяки регулярному поверненню до сівозміни бобових культур – сої, гороху, нуту або люцерни. На їхньому корінні активно розвиваються специфічні бульбочкові бактерії, які мають унікальну здатність поглинати азот безпосередньо з атмосферного повітря. Вони трансформують його у сполуки, які легко засвоюються рослинами, завдяки чому після збирання бобових у ґрунті залишається значний запас безкоштовного поживного елемента для наступних культур [1, 4].

Ці процеси природного живлення нерозривно пов’язані з раціональною утилізацією пожнивних решток, адже солому, стебла та коріння, що залишаються на полі після жнив, слід розглядати як головний будівельний матеріал для утворення гумусу. Оскільки спалювання або вивезення цих решток виснажує землю, їх обов’язково залишають на полі, а для прискорення розкладання та запобігання накопиченню інфекцій обробляють біодеструкторами на основі корисних грибів роду *Trichoderma* та бактерій *Bacillus subtilis*. Вони швидко розщеплюють грубу клітковину, перетворюючи її на поживну масу, і водночас витісняють збудників хвороб рослин [2, 6].

Така мікробіологічна активність стимулює загальну активацію заблокованих поживних речовин, які часто містяться у ґрунті у великих

кількостях, але перебувають у нерозчинній, недоступній для коріння формі. Внесення спеціальних фосфатмобілізуючих бактерій та мікоризних грибів успішно вирішує цю проблему, оскільки ці мікроорганізми виділяють природні кислоти та ферменти, які розчиняють важкі мінеральні сполуки фосфору й калію. В результаті рослини отримують повноцінний доступ до вже наявних у землі ресурсів, що дозволяє аграріям суттєво зменшити закупівлю дорогої мінеральної хімії та стабілізувати екологічний стан усього поля [1, 6].

Найвищу екологічну та економічну ефективність у сучасному землеробстві демонструє саме одночасна інтеграція біологічних методів та нульового чи мінімального обробітку, що забезпечує потужний синергетичний ефект для всієї агроекосистеми. У такій комбінованій системі рослинні рештки та сидеральні культури безперервно постачають органічну «їжу» для мікроорганізмів, ентомофагів та дощових черв'яків, а повна відсутність механічного травмування ґрунтового профілю традиційною оранкою створює для них стабільне, захищене середовище проживання [2, 6]. Завдяки цьому в орному та підкірковому горизонтах формується природний замкнений біологічний цикл, де корисна біота екологічної ніші самостійно структурує ґрунтовий масив, фактично виконуючи роботу важких агротехнічних знарядь. Результатом цієї мікробіологічної життєдіяльності є стрімке зростання частки агрономічно цінних водостійких агрегатів (розміром від 0,25 до 10 мм), які запобігають кіркоутворенню та оптимізують щільність складання ґрунту [1, 3]. Поступово стабілізується гумусовий профіль, відновлюється природна архітектоніка пор, а вся агроекосистема набуває високої адаптивності та буферності, що дозволяє їй успішно протистояти екстремальним кліматичним викликам – тривалим літнім посухам чи шквальним зливами.

На основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що сучасна криза деградації сільськогосподарських угідь вимагає рішучого та безповоротного відходу від інтенсивних механізовано-хімічних схем ведення господарства, які виснажили природний потенціал земель.

Біологізація та мінімізація обробітку ґрунту сьогодні мають розглядатися не як окремі, ізольовані агротехнічні прийоми, а як комплексна, науково обґрунтована філософія сталого екологічно безпечного агровиробництва [3, 5]. Практичне спільне впровадження безплужних технологій, постійного мульчування поверхні полів, вирощування сидератів та застосування цільових мікробіологічних препаратів забезпечує надійне зупинення водної й вітрової ерозії, повністю відновлює порушений гідротермічний баланс та реанімує природну біологічну активність ґрунту [2, 4]. Системна інтеграція цих принципів у державні програми землекористування, національні стратегії охорони довкілля та повсякденні технологічні карти приватних фермерських господарств і великих агрохолдингів є єдиним дієвим інструментом збереження ґрунтових ресурсів. Лише такий підхід дозволить захистити здоров'я ґрунту як головного екологічного, продовольчого та економічного капіталу суспільства для майбутніх поколінь [1, 6].

Література

1. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України / С. А. Балюк, В. В. Медведєв, О. Г. Тараріко та ін. ; за ред. С. А. Балюка, В. В. Медведєва, О. Г. Тараріко, В. О. Грекова, А. Д. Балаєва. Київ : ВІК ПРИНТ, 2010. 112 с. URL: http://www.iogu.gov.ua/wp-content/uploads/2013/07/stan_gruntiv.pdf.

2. Балюк С. А., Медведєв В. В., Воротинцева Л. І., Шимель В. В. Сучасні проблеми деградації ґрунтів і заходи щодо досягнення нейтрального її рівня. *Вісник аграрної науки*. 2017. Т. 95, № 8. С. 5–11. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201708-01.

3. Балюк С. А., Кучер А. В., Максименко Н. В. Ґрунтові ресурси України: стан, проблеми і стратегія сталого управління. *Український географічний журнал*. 2021. № 2 (114). С. 3–11. DOI: https://doi.org/10.15407/ugz2021.02.003.

4. Греков В. О. та ін. Сучасний стан родючості українських чорноземів. *Агроекологічний журнал*. 2020. № 3. С. 39–43.

5. Проблема деградації ґрунтів. Сучасний стан, ризики та способи подолання. SuperAgronom. 25.01.2022. URL: https://superagronom.com/articles/589-problema-degradatsiyi-gruntiv-suchasniy-stan-riziki-ta-sposobi-podolannya (дата звернення: 11.09.2026).

6. Lal R. Restoring soil quality to mitigate soil degradation. *Sustainability*. 2015. Vol. 7, No. 5. P. 5875–5895. DOI: https://doi.org/10.3390/su7055875.

ПІСЛЯЗРОШУВАЛЬНА ЕВОЛЮЦІЯ ТЕМНО-КАШТАНОВОГО ҐРУНТУ ПІВДЕННОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

Біднина І. О.[1, 2], к. с.-г. н., старший науковий співробітник
Козирєв В. В.[2], к. с.-г. н.
Томницький А. В.[2], к. с.-г. н., старший дослідник,
Ясінська Н. О.[3], к. с.-г. н.,
Клімченко Н. О.[4]
[1]Інститут водних проблем і меліорації НААН,
м. Київ, Україна
[2]Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН,
м. Одеса, Україна
[3]Національна академія аграрних наук України,
м. Київ, Україна
[4]Херсонський державний аграрно-економічний університет,
м. Кропивницький, Україна

Засолення й осолонцювання належать до головних чинників деградації зрошуваних земель аридних і семіаридних регіонів. За сучасною оцінкою FAO, сольовому впливу піддається близько 1,381 млрд га, або 10,7% площі суходолу, а ризик подальшого поширення цих процесів посилюється через аридизацію

клімату, дефіцит водних ресурсів і використання води невідповідної якості [1]. За таких умов припинення зрошення не можна ототожнювати з автоматичним відновленням ґрунту: окремі складові родючості мають неоднакову швидкість і спрямованість післязрошувальних змін.

У науковій літературі достатньо повно висвітлено формування засолення та осолонцювання за зрошення, механізми диспергування ґрунтових колоїдів під дією обмінного натрію і способи хімічної меліорації [2–6]. Водночас значно менше досліджено довготривалу післядію зрошення після його припинення, особливо співвідношення між відновленням гумусового стану та нормалізацією складу ґрунтового вбирного комплексу. Саме ця невідповідність визначає тривалість залишкових деградаційних змін і має враховуватися під час повернення колишніх зрошуваних земель до інтенсивного використання.

Мета дослідження – встановити особливості післязрошувальної еволюції темно-каштанового ґрунту за співвідношенням темпів відновлення гумусового стану, складу ґрунтового вбирного комплексу та агрофізичних властивостей і обґрунтувати показники, необхідні для діагностики залишкової післядії тривалого зрошення.

Матеріали та методи. Узагальнено багаторічні дані науковців Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН (до 2023 р. Інститут зрошуваного землеробства НААН), одержані упродовж 2000–2025 рр. у стаціонарних польових дослідах і під час моніторингових спостережень на темно-каштанових ґрунтах Півдня України. Польові досліди оцінювали методом дисперсійного аналізу, а часові ряди – за відносною зміною показників та їх наближенням до богарного аналога.

Використання поливної води з підвищеним натрієвим навантаженням сформувало тривалу післядію у ґрунті. За 2001–2020 рр. середня мінералізація води становила 1,531 г/дм^3, pH – 8,12, а співвідношення Ca^{2+}/Na^+ – 0,324. Таке співвідношення свідчило про істотне переважання натрію над кальцієм у катіонному складі води. Наслідком багаторічного надходження солей було збільшення частки $Na^+ + K^+$ у ґрунтовому вбирному комплексі з 4,31% на богарному аналогу до 6,29% за зрошення без добрив. На удобреному фоні цей показник становив 5,96%, тобто систематичне удобрення дещо послаблювало прояви несприятливих змін, проте не відновлювало катіонний склад до рівня незрошуваного ґрунту.

Після 31–38 років зрошення зміни ґрунтового вбирного комплексу супроводжувалися погіршенням структурно-фізичного стану: щільність складення збільшувалася на 0,06–0,09 г/см³, а вміст водостійких агрегатів зменшувався на 10,6–10,7 відсоткового пункти. Отже, накопичення обмінного натрію проявлялося не лише як хімічна зміна, а й як чинник порушення агрегатного стану. Це відповідає загальновизнаному механізму, за якого підвищення частки натрію у ґрунтовому вбирному комплексі спричинює диспергування тонкодисперсної фракції, зниження водопроникності та ущільнення ґрунту [2, 3].

Органо-мінеральні системи удобрення підтримували вміст гумусу в шарі 0–30 см на рівні 2,53–2,67%, тоді як без добрив він становив 2,16%. Водночас різниця між часткою $Na^+ + K^+$ у ґрунтовому вбирному комплексі удобреного й неудобреного варіантів була відносно невеликою – 5,96 і 6,29%. Це доводить, що стабілізація гумусового стану не є рівнозначною усуненню фізико-хімічних наслідків зрошення. Подібна різноспрямованість змін органічного вуглецю та сольового стану за тривалого зрошення описана і в інших ґрунтово-кліматичних умовах [7, 8], що підтверджує необхідність окремого оцінювання кожного функціонального блоку родючості.

Кальцієва меліорація істотно коригувала склад обмінних катіонів. Після внесення фосфогіпсу в нормі 5 т/га співвідношення Ca^{2+}/Na^+ підвищилося з 0,60 до 1,59, а pH знизився з 7,8 до 7,1. Однак одночасно вміст водорозчинних солей збільшився на 12,0% і посилилася рухомість Fe та Pb. Отже, ефективність фосфогіпсу не можна оцінювати лише за витісненням обмінного натрію. Необхідними є контроль сольового складу ґрунтового розчину, умов вилуговування, дренованості та рухомих форм елементів. Сучасні дослідження також розглядають гіпс і фосфогіпс як ефективні джерела кальцію, але наголошують на залежності результату від норми, властивостей ґрунту, водного режиму та складу конкретного меліоранту [4–6, 9, 10].

Найважливішим результатом є встановлена несинхронність природного відновлення після припинення зрошення. Через 29 років уміст гумусу досяг 96,2% від рівня богарного аналога, тоді як співвідношення Ca^{2+}/Na^+ – лише 70,4%. Отже, органічна складова родючості наблизилася до зонального рівня значно швидше, ніж нормалізувався склад ґрунтового вбирного комплексу. Це свідчить про тривале збереження катіонної післядії зрошення навіть за зовнішньо задовільного гумусового стану. Саме тому оцінювання колишніх зрошуваних земель лише за гумусом або загальним умістом поживних речовин може призводити до передчасного висновку про повне відновлення ґрунту.

Для діагностики післязрошувальної еволюції доцільно застосовувати систему взаємодоповнювальних показників: уміст гумусу; склад обмінних катіонів і частку Na^+ у ґрунтовому вбирному комплексі; співвідношення Ca^{2+}/Na^+; pH; суму й склад водорозчинних солей; щільність складення; вміст водостійких агрегатів і водопроникність. Обов’язковим є пошарове визначення цих показників, оскільки поліпшення орного шару не виключає збереження солей та обмінного натрію в підорних горизонтах. У разі повторного введення земель у зрошення така діагностика має передувати вибору вододжерела, режиму промивання, дренажних заходів і норми кальцієвого меліоранту.

Висновки. Післязрошувальна еволюція темно-каштанового ґрунту має компонентно специфічний характер. Через 29 років після припинення зрошення відновлення гумусового стану було майже повним, тоді як склад ґрунтового вбирного комплексу зберігав істотне відхилення від неполивного аналога. Органо-мінеральна система удобрення стабілізувала вміст гумусу у ґрунті, але не усувало катіонної післядії. Фосфогіпс поліпшував співвідношення Ca^{2+}/Na^+ і знижував pH, проте потребував контролю водорозчинних солей та рухомості

елементів. Тому рішення щодо відновлення або повторного зрошення земель мають ґрунтуватися на комплексній профільній діагностиці, а не на одному показнику родючості.

Література

1. FAO. Global status of salt-affected soils: main report. Rome : FAO, 2024. 228 p. DOI: https://doi.org/10.4060/cd3044en.

2. Mohanavelu A., Naganna S. R., Al-Ansari N. Irrigation induced salinity and sodicity hazards on soil and groundwater: an overview of its causes, impacts and mitigation strategies. *Agriculture*. 2021. Vol. 11, No. 10. Art. 983. DOI: https://doi.org/10.3390/agriculture11100983.

3. Tóth T. Review of sodic soil reclamation with a snapshot of current research activity. *Chinese Geographical Science*. 2022. Vol. 32. P. 1099–1109. DOI: https://doi.org/10.1007/s11769-022-1310-4.

4. Elmeknassi M., Elghali A., de Carvalho H. W. P., Laamrani A., Benzaazoua M. A review of organic and inorganic amendments to treat saline-sodic soils: emphasis on waste valorization for a circular economy approach. *Science of the Total Environment*. 2024. Vol. 921. Art. 171087. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171087.

5. Onopriienko D., Makarova T., Hapich H., Chernysh Y., Roubík H. Agroecological transformation in the salt composition of soil under the phosphogypsum influence on irrigated lands in Ukraine. *Agriculture*. 2024. Vol. 14, No. 3. Art. 408. DOI: https://doi.org/10.3390/agriculture14030408.

6. Zhapparbergenov R., Tautenov I., Bekzhanov S., Khakberdiev O., Aamir M., Ansari W. A. Phosphogypsum application in agriculture: a review of soil fertility, plant nutrition, and environmental effects. *Frontiers in Soil Science*. 2026. Vol. 6. Art. 1788339. DOI: https://doi.org/10.3389/fsoil.2026.1788339.

7. Weldewahid Y., Habtu S., Taye G., Teka K., Gessesse T. A. Effects of long-term irrigation practice on soil quality, organic carbon and total nitrogen stocks in the drylands of Ethiopia. *Journal of Arid Environments*. 2023. Vol. 214. Art. 104982. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2023.104982.

8. Paz A. M., Amezketa E., Canfora L. et al. Salt-affected soils: field-scale strategies for prevention, mitigation, and adaptation to salt accumulation. *Italian Journal of Agronomy*. 2023. Vol. 18, No. 2. Art. 2166. DOI: https://doi.org/10.4081/ija.2023.2166.

9. Chornyy S. H., Isaieva V. V. Impact of brackish water irrigation on soil salinization processes in the Southern Buh and Kamianska irrigation systems. *AgroChemistry and Soil Science*. 2024. Vol. 95. P. 4–12. DOI: https://doi.org/10.31073/acss95-01.

10. Bidnyna I., Lykhovyd P., Pysarenko P., Saidak R., Yatsenko S. Transformation of soil fertility under long-term irrigation with mineralised water. *Scientific Horizons*. 2025. Vol. 28, No. 1. P. 73–84. DOI: https://doi.org/10.48077/scihor1.2025.73.

ВПЛИВ ҐРУНТОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ РІДКІСНОЗЕМЕЛЬНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ НА РОЗПОДІЛ БІОМАСИ ТА МІНЕРАЛЬНИЙ ПРОФІЛЬ *MISCANTHUS SINENSIS*

Гусак В., к. б. н., доцент
Коцюбинський В., д. фіз.-мат. н., професор
Григорів Я., к. с.-г. н., доцент
Задарко В., магістрант
Карпатський національний університет імені Василя Стефаника,
м. Івано-Франківськ, Україна
Боброва О., к. б. н., докторант
Інститут проблем кріобіології і кріомедицини Національної академії наук України,
м. Харків, Україна

Збереження функціонального стану ґрунтів за техногенного навантаження потребує оцінювання не лише присутності забруднювачів, а й їхнього впливу на рослинний компонент системи «ґрунт–рослина». Рідкісноземельні елементи (РЗЕ) дедалі частіше розглядають як чинник техногенного навантаження на ґрунтові екосистеми; за підвищених концентрацій лантаноїди можуть порушувати ріст, мінеральне живлення та структурно-функціональний стан рослин [1]. Багаторічні злаки роду *Miscanthus* завдяки розвиненій кореневій системі та здатності формувати значну біомасу розглядають як перспективні культури для фітоменеджменту забруднених земель [2].

Метою дослідження було оцінити біологічні наслідки РЗЕ-навантаження ґрунтового субстрату за змінами росту, розподілу біомаси та органоспецифічного мінерального профілю *Miscanthus sinensis* “Zebrinus”. Рослини вирощували упродовж трьох місяців у субстраті ґрунт : пісок : перліт (2:1:1) з початковим pH 6,0 ± 0,2 за сумарного внесення 0, 300 та 3000 мг РЗЕ/кг сухого ґрунту. Суміш містила 25% La, 50% Ce, 5% Pr, 15% Nd і 5% Sm від загальної маси внесених РЗЕ. Для кожного варіанта використовували п’ять біологічних повторностей. Оцінювали довжину пагонів, свіжу, суху, зольну та беззольну масу пагонів і коренів, частку коренів у загальній сухій біомасі та співвідношення сухої маси пагін/корінь.

Елементний профіль коренів і пагонів визначали методом енергодисперсійного рентгенофлуоресцентного аналізу після озолення рослинного матеріалу. Через перекриття характеристичних піків лантаноїдів у спектрах за умов використаного РФА сигнал, програмно атрибутований як Nd, у цій роботі інтерпретували не як селективне визначення неодиму, а як умовний інтегральний аналітичний сигнал РЗЕ; надалі його позначено як «РЗЕ». Наведені відсоткові значення характеризують відносну частку цього сигналу та інших елементів у зольній фракції, а не абсолютні концентрації у тканинах. Для сумісного аналізу органів композиційні дані піддавали CLR-перетворенню та оцінювали лінійною змішаною моделлю з факторами «орган», «доза» та їх взаємодією; взаємодію додатково перевіряли перестановочним тестом.

Інтегральний сигнал РЗЕ аналізували окремо, оскільки він був відсутній у контрольних коренях і в пагонах усіх варіантів.

РЗЕ-навантаження ґрунтового субстрату вже за 300 мг/кг істотно змінювало формування та розподіл біомаси (табл. 1). Довжина пагонів зменшилася на 13,8%, їх свіжа маса – на 52,0%, тоді як суха маса коренів зросла на 52,2%. За 3000 мг/кг пагони були коротшими на 20,0%, а суха маса коренів перевищувала контроль на 112%. Частка коренів у загальній сухій біомасі зросла з 47,5% у контролі до 69,8 і 74,4% відповідно, а співвідношення пагін/корінь знизилося з 1,10 до 0,43 і 0,34. Одночасне зростання беззольної сухої маси коренів свідчить, що посилення підземного компонента було пов’язане не лише зі збільшенням мінеральної фракції, а й із перерозподілом органічної біомаси.

Таблиця 1

Ростові та біомасові показники *M. sinensis* “Zebrinus” за різного рівня РЗЕ-навантаження ґрунтового субстрату

Показник	Контроль	300 мг/кг	Зміна, %	3000 мг/кг	Зміна, %
Довжина пагонів, см	50,6 ± 3,1	43,6 ± 1,5	-13,8	40,5 ± 1,7	-20,0
Свіжа маса пагонів, г	4,48 ± 1,15	2,15 ± 0,55	-52,0	2,28 ± 0,32	-49,0
Суха маса пагонів, г	0,621 ± 0,118	0,370 ± 0,101	-40,4	0,411 ± 0,076	-33,8
Свіжа маса коренів, г	0,775 ± 0,167	1,649 ± 0,380	+113	2,159 ± 0,288	+179
Суха маса коренів, г	0,562 ± 0,096	0,855 ± 0,280	+52,2	1,192 ± 0,352	+112
Беззольна суха маса коренів, г	0,379	0,540	+42,3	0,744	+96,3
Частка коренів у загальній сухій біомасі, %	47,5	69,8	-	74,4	-
Співвідношення сухої маси пагін/корінь	1,10	0,43	-	0,34	-

Примітка. Для масових показників наведено M ± SD, n = 5; беззольну суху масу та інтегральні співвідношення розраховано із середніх значень.

Зміна розподілу біомаси супроводжувалася органоспецифічною перебудовою елементного складу мінеральної фракції (табл. 2). Найбільш

показовою була коренева локалізація інтегрального сигналу РЗЕ: за його відсутності в контролі відносна частка в кореневій золі становила 1,082 ± 0,719% при 300 мг/кг і 2,384 ± 1,889% при 3000 мг/кг; у пагонах сигнал РЗЕ не виявляли. Загальний ефект дози для цього показника був статистично значущим (перестановочне p = 0,005). Такий профіль відповідає переважному кореневому затриманню РЗЕ; зокрема, для представника РЗЕ описано іммобілізацію в клітинних стінках і малорозчинних сполуках кореня [3].

Таблиця 2

Відносні масові частки ключових елементів мінеральної фракції коренів і пагонів за РЗЕ-навантаження ґрунтового субстрату, %

Елемент	Орган	Контроль	300 мг/кг	3000 мг/кг
Al	корені	1,744 ± 0,501	2,571 ± 0,729	2,951 ± 0,714
Al	пагін	1,155 ± 0,071	1,313 ± 0,066	1,343 ± 0,123
Ca	корені	32,73 ± 3,24	30,49 ± 4,42	29,46 ± 3,91
Ca	пагін	4,052 ± 0,344	7,541 ± 1,983	11,53 ± 2,92
Mn	корені	0,117 ± 0,025	0,135 ± 0,057	0,030 ± 0,067
Mn	пагін	0,0159 ± 0,0019	0,0323 ± 0,0063	0,0647 ± 0,0259
Fe	корені	2,712 ± 1,016	5,180 ± 1,655	5,855 ± 0,586
Fe	пагін	0,0517 ± 0,0214	0,0803 ± 0,0211	0,0470 ± 0,0066
РЗЕ*	корені	ND	1,082 ± 0,719	2,384 ± 1,889
РЗЕ*	пагін	ND	ND	ND

Примітка. Дані наведено як M ± SD, n = 5 біологічних повторностей. ND – аналітичний сигнал нижче порогу виявлення. РЗЕ* – умовний інтегральний сигнал у спектральній області, програмно атрибутованій як Nd; через перекриття піків лантаноїдів його не трактували як селективне визначення неодиму.

Для Al, Ca, Mn і Fe статистично підтверджено взаємодію «орган × доза», тобто перебудова мінерального профілю залежала одночасно від рівня РЗЕ-навантаження та органа рослини. Для Al і Fe основні зміни концентрувалися в коренях: відносна частка Al послідовно зростала, а Fe за обох доз був приблизно вдвічі вищим, ніж у контролі. Для Ca найвиразніша реакція формувалася в пагонах, де його частка збільшилася від 4,052 ± 0,344% до 11,53 ± 2,92% за максимальної дози. Для Mn за високого навантаження спостерігалася протилежна динаміка між органами: зменшення відносного представлення в коренях одночасно зі зростанням у пагонах. Отже, РЗЕ-забруднення змінювало не лише ріст, а й співвідношення компонентів мінеральної фракції, що характеризує порушення звичного елементного гомеостазу рослини за техногенно зміненого ґрунтового середовища.

З позицій використання рослин для підтримання функціональності техногенно порушених ґрунтів важливим є поєднання двох встановлених ознак: переважної кореневої локалізації інтегрального сигналу РЗЕ та істотного збільшення кореневої біомаси. Корені також характеризувалися підвищеним відносним представленням Al і Fe, тоді як пагін демонстрував інший напрям перебудови для Ca і Mn. Така пластичність узгоджується з уявленням про адаптивну роль кореневих функціональних ознак *M. sinensis* на РЗЕ-порушених субстратах [4]. Водночас зниження довжини та маси пагонів уже за 300 мг/кг показує, що утримання РЗЕ переважно підземною частиною супроводжується виразними фізіологічними витратами.

Таким чином, модельне ґрунтове навантаження сумішшю La, Ce, Pr, Nd і Sm змінює рослинний компонент системи «ґрунт–рослина» через одночасну перебудову росту, розподілу біомаси та мінерального профілю *M. sinensis* “Zebrinus”. Переважна локалізація інтегрального сигналу РЗЕ у коренях, збільшення кореневої й беззольної кореневої біомаси та органоспецифічні зміни Al, Ca, Mn і Fe свідчать про активну перебудову ресурсного й елементного балансу за техногенно зміненого ґрунтового середовища. Отримані показники доцільно розглядати як біологічні індикатори наслідків РЗЕ-забруднення ґрунту та як обґрунтування подальшого оцінювання *Miscanthus* для фітоменеджменту порушених земель; водночас високе навантаження суттєво обмежує продуктивність надземної біомаси.

Література

1. Adeel M., Lee J. Y., Zain M. et al. Cryptic footprints of rare earth elements on natural resources and living organisms. *Environment International*. 2019. Vol. 127. P. 785–800. DOI: 10.1016/j.envint.2019.03.022.

2. Pidlisnyuk V., Stefanovska T., Lewis E. E., Erickson L. E., Davis L. C. Miscanthus as a Productive Biofuel Crop for Phytoremediation. *Critical Reviews in Plant Sciences.* 2014. Vol. 33, No. 1. P. 1–19. DOI: 10.1080/07352689.2014.847616.

3. Shi K., Liu C., Liu D., Lyu K., Chen J., Wang X. The accumulation and effect of rare earth element neodymium on the root of rice seedlings. *Environmental Science and Pollution Research.* 2021. Vol. 28, No. 35. P. 48656–48665. DOI: 10.1007/s11356-021-14072-5.

4. Zhu S., Xu D., Liu W. et al. Variations in root functional traits facilitate the adaptation of pioneer plants to rare earth element mine tailings. *Journal of Applied Ecology*. 2025. Vol. 63, No. 1. e70219. DOI: 10.1111/1365-2664.70219.

ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА УМІСТ ГУМУСУ В ЧОРНОЗЕМАХ ТИПОВИХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Дегтярьов В. В., д. с.-г. н., професор
Коньшин Р. В., аспірант
Державний біотехнологічний університет,
м. Харків, Україна

Гумус є одним з найважливіших інтегральних показників рівня родючості ґрунтів. Він є джерелом основних елементів живлення сільськогосподарських рослин, часто обумовлює фізичні, хімічні, фізико-хімічні показники ґрунтів, їх мікробіологічну активність тощо. Тому дослідженню гумусу приділяється велика увага на всіх етапах розвитку ґрунтознавства. Кількість гумусу змінюється залежно від антропогенного навантаження на ґрунт. Сільськогосподарське використання ґрунтів часто обумовлює мінералізацію органічних речовин, призводить до значного зниження загальних запасів гумусу в ґрунтах різної природи [1, с. 10]. Особливий вплив на органічну складову ґрунту мають воєнні дії. Це зумовлює зниження родючості ґрунтів. Тому дослідження органічної складової мілітарно пошкоджених ґрунтів в наслідок піролітичної дії, визначення шляхів збереження і накопичення гумусу в них – це дуже актуальне питання ґрунтознавства.

Воєнні дії становлять найбільш небезпечний вплив на властивості ґрунтів. Вони призводять до зниження родючості ґрунтів, і, навіть, до повної її втрати. Негативні наслідки, спричинені воєнними діями, відбуваються на фізичному, хімічному та біологічному рівнях. Зміни фізико-хімічних та мікробіологічних показників мають прямий вплив на вміст органічної речовини та вуглецю ґрунту [2]. В Україні понад 18 млн га земель було захоплено агресором або зазнало пошкоджень в результаті збройної агресії. Найбільше від війни постраждали чорноземні ґрунти. Близько 35–40% площі ґрунтів Харківського району мають ознаки мілітарної деградації – це і механічна, і пірогенна, і фізична, і хімічна (забруднення) [3]. Обстріли часто спричиняють пожежі, коли внаслідок вибуху загоряється суха трава або дерева. Під впливом чинників горіння родючий шар ґрунту зазнає пошкоджень. Знищуються рослини, їхні кореневі системи, а також мікроорганізми. Водночас, у ґрунті збільшується вміст мінеральних речовин, що сприяє в подальшому розвитку екзогенної сукцесії рослинного покриву [4, с. 30]. У наслідок вигорання рослинності відбуваються втрати водорозчинних органічних сполук. Завдяки своїй підвищеній адсорбційній здатності пірогенний вуглець може пов’язувати хімічні речовини ґрунту, що впливатиме на мікробні процеси та зростання рослин [5, с. 34–35]. Дослідженнями Дегтярьова В. В. [1, с. 73–75], Чекар О. Ю. [6] встановлено, що періодичне випалювання цілинної рослинності викликає зниження вмісту загального гумусу по профілю чорнозему типового. Особливо це стосується верхніх шарів ґрунту.

Метою досліджень було вивчення наслідків піролітичних процесів в ході воєнних дій на уміст загального гумусу в чорноземах типових. Досліджувалися

вплив вигорання у вітряну погоду трав'яної рослинності (переліг випалений) та високих температур під час горіння техніки (місце горіння техніки). В якості порівняння використовувалися ділянки перелогу (контроль 1) та ріллі (контроль 2), які розташовані в безпосередній близькості від досліджуваних об'єктів. Досліджувані чорноземи досить ретельно вивчені і задокументовані в науковій літературі [1, с. 41-44], що звільнило нас від величезного об'єму робіт з характеристики досліджуваних ґрунтів і дозволило приділити головну увагу вивченню питання впливу воєнних дій на органічну частину ґрунту. Індивідуальні зразки ґрунту відбирались ґрунтовим буром по шарам 0–10, 10–20, 20–30, 30–40 см. З індивідуальних зразків готувались середні зразки, які використовувались для аналізів (ДСТУ 4287:2004, ДСТУ ISO 10381-1:2004, ДСТУ ISO 10381-2:2004, ДСТУ ISO 10381-3:2004). Аналітичні дослідження ґрунтів про водились за загальноприйнятими методиками: уміст загального гумусу методом І.І. Тюріна в модифікації С.М. Симакова (ДСТУ 4289:2004). Аналізи виконувались в чотирикратній повторності. Отримані показники обробляли статистично дисперсійним методом.

Визначення в досліджуваних ґрунтах умісту загального гумусу показало, що найвищі значення цього показника характерні для перелогових ділянок (контроль 1) чорнозему типового. Особливістю цих варіантів є різка диференціація верхньої частини профілю за умістом загального гумусу. Причина цього відома, адже накопичення органічних решток та їх гуміфікація найбільш інтенсивно відбуваються саме у верхніх шарах цілинних і перелогових ґрунтів.

Вигорання природної перелогової рослинності викликає незначне зниження умісту загального гумусу у верхньому 0–10 см шарі чорнозему, що може бути пов'язано зі знищенням повсті на поверхні ґрунту, яка виступає джерелом ново утворених гумусових речовин. Слід зазначити, що процес горіння рослинності на ділянці перелогу відбувався у вітряну досить швидко. Полум'я не встигало торкнутися верхнього шару ґрунту, тому не спостерігається вигорання органічної складової у верхньому шарі чорнозему. Випалювання рослинності викликало зміни водного режиму перелогового чорнозему і змусило відростаючу рослинність розвивати кореневу систему вглиб в пошуках вологи. Про це свідчать дані визначення умісту загального гумусу у шарах 10–40 см випаленого перелогу. Порівняно з абсолютним перелогом, у цих шарах випаленого перелогу спостерігається тенденція до зростання умісту загального гумусу, що свідчить про збільшення маси джерел утворення гумусу. Чорнозем ріллі (контроль 2) характеризується значно нижчим умістом загального гумусу, порівняно з ділянкою перелогу. Особливо це стосується 0–10 см шару ґрунту. У ґрунті цього варіанту не спостерігається диференціація між шарами за умістом гумусу, що пов'язано зі щорічним перемішування верхніх шарів чорнозему під час обробітку.

Досить інтенсивний вплив на органічну частину ґрунту здійснюють високі температури горіння дизельного палива (близько 1100 ºС), які мають місце при горінні техніки. Так, у шарі 0–10 см чорнозему цього варіанту загальний уміст

гумусу нижчий на 20,9% відносно аналогічного шару ґрунту ріллі. У шарі 10–20 см уміст загального гумус складає 4,72%, що на 6% нижче варіанту ріллі поля. У більш глибоких шарах (20–40 см) чорнозему цього варіанту спостерігається незначне зниження умісту загального гумусу, яке коливається в межах 2,1– 3,3%. Таким чином, у місці горіння техніки зниження умісту загального гумусу відбувається в основному у 0–10 см шарі чорнозему.

Література

1. Дегтярьов В. В. Гумус чорноземів Лівобережного Лісостепу і Степу України : монографія / за ред. Д. Г. Тихоненка. Харків : Майдан, 2011. 360 с. ISBN 978-966-372-393-8.

2. Скрильник Є. В., Кутова А. М., Гетманенко В. А., Москаленко В. П. Вплив воєнних дій на органічну речовину в ґрунтах Харківської області. *Сучасний стан ґрунтового покриву України в умовах збройної агресії російської федерації* : збірник тез Міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 20 жовтня 2022 р.). Харків : ННЦ «ІГА імені О. Н. Соколовського», 2022. С. 135–138. URL: https://issar.com.ua/uk/vydannya.

3. Соловей В. Б., Лебедь В. В., Залавський Ю. В. Вплив воєнних дій на ґрунтовий покрив України. *Ґрунтовий покрив України в умовах воєнних дій: стан, виклики, заходи з відновлення* : збірник тез Міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 5 грудня 2023 р.). Харків : ННЦ «ІГА імені О. Н. Соколовського», 2023. С. 73–75. DOI: https://doi.org/10.31073/issar122023.

4. Ангурець О., Хазан П., Колесникова К., Кущ М., Чернохова М., Гавранек М. Наслідки для довкілля війни росії проти України : електронне науково-популярне видання. 2022. URL: https://cleanair.org.ua/wp-content/uploads/2023/03/cleanair.org.ua-war-damages-ua-version-04-low-res.pdf.

5. Гриценко А. В., Зінченко І. В., Васенко О. Г., Бабіч О. В. Біоремедіація ґрунтів і відновлення біоценозів, порушених під час пожеж, за допомогою осаду стічних вод. *Ґрунтовий покрив України в умовах воєнних дій: стан, виклики, заходи з відновлення* : збірник тез Міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 5 грудня 2023 р.). Харків : ННЦ «ІГА імені О. Н. Соколовського», 2023. С. 34–35. URL: https://issar.com.ua/uk/vydannya.

6. Чекар О. Ю. Вплив випалювання на гумусовий режим чорноземів типових і темно-каштанових ґрунтів. *Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва. Серія: Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів*. 2011. № 1. С. 112–117.

7. Дегтярьов В. В., Дегтярьов Ю. В. Особливості і механізм утворення органо-мінеральних структурних агрегатів з колоїдно-хімічних позицій. *Органічна частина ґрунту: стан та перспективи дослідження* : матеріали IX Міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 19–20 лютого 2026 р.). Харків : Видавничий дім «Право», 2026. С. 67–74. DOI : https://doi.org/10.31359/9786178617226.

9. Коньшин Р. В., Дегтярьов В. В. Склад органічної частини мілітарно пошкоджених піролізом чорноземів типових Лівобережного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки.* 2026. Вип. 149, Ч. 2. С. 253–260. DOI: https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.30.

РОСТОВА ТА ФІЗІОЛОГІЧНА РЕАКЦІЯ ТЕСТ-КУЛЬТУР НА МІЛІТАРНО ПОРУШЕНІ ҐРУНТОВІ СУБСТРАТИ

Іжболдін О. О., к. с.-г. н., доцент
Мицик О. О., к. с.-г. н., доцент
Гаврюшенко О. О., к. с.-г. н., доцент
Шевченко С. М., д. с.-г. н., професор
Дніпровський державний аграрно-економічний університет,
м. Дніпро, Україна

Повномасштабні воєнні дії в Україні спричинили значне поширення механічно порушених і забруднених земель, у тому числі сільськогосподарського призначення. Вплив бойових дій на ґрунтовий покрив має комплексний характер і проявляється у руйнуванні природної будови ґрунтового профілю, переміщенні матеріалу генетичних горизонтів і ґрунтотворних порід, ущільненні, зміні фізичних, фізико-хімічних та біологічних властивостей ґрунту, а також ризику його забруднення продуктами військової діяльності [1]. Особливу категорію таких порушень становлять вибухові вирви, формування яких супроводжується різким просторовим перерозподілом ґрунтової маси та утворенням неоднорідних за походженням і властивостями мілітарно порушених ґрунтових субстратів.

Наслідки вибухового впливу не обмежуються механічною трансформацією ґрунтового профілю. Дослідження територій, пов’язаних із детонацією боєприпасів, мін та вибухових пристроїв, свідчать про можливість надходження і перерозподілу важких металів та формування локальних зон їх накопичення [2]. Поєднання механічних і хімічних чинників ускладнює оцінювання екологічного стану мілітарно порушених земель та обґрунтовує необхідність застосування комплексу методів, серед яких важливе місце може посідати біологічне тестування.

Рослина інтегровано реагує на сукупність властивостей середовища, тому використання тест-культур дає можливість на первинному етапі виявити відмінності між субстратами за їх впливом на ріст і фізіологічний стан рослин. Особливо важливим є застосування декількох культур, що належать до різних ботанічних груп, оскільки їх реакція на однаковий субстрат може суттєво відрізнятися. Водночас біологічну відповідь рослин необхідно розглядати як результат комплексної дії умов середовища, а не як прямий показник наявності або концентрації окремого забруднювача.

Метою дослідження було встановити особливості ростової та фізіологічної реакції ячменю ярого (*Hordeum vulgare* L.) сорту Дев'ятий вал і гороху посівного (*Pisum sativum* L.) сорту Отаман на ґрунтові субстрати різного походження та положення у межах мілітарно порушеного ґрунтового профілю та оцінити можливість використання цих культур для первинного біологічного скринінгу порушеного ґрунтового середовища.

Модельний вегетаційний дослід закладено у 2025 р. До схеми дослідження включено матеріал, відібраний із різних морфологічних елементів та глибин вибухової вирви: брустверу (0–20 см), уступу (0–20 см), верхньої частини порушеного профілю (20–40 см), середньої (40–85 см) та нижньої (85–250 см) його частин. Для порівняння використовували поверхневий шар ґрунту 0–20 см, відібраний на відстані 15 м та 50–75 м від вирви. До ширшої схеми скринінгового досліду також було включено субстрати іншого походження, зокрема техногенну суміш лесоподібного суглинку та сіро-зеленої глини, що дозволило порівняти реакцію тест-культур на різні за генезисом порушені субстрати.

Насіння ячменю ярого та гороху посівного висівали 9 квітня 2025 р. по п'ять насінин у посудину. Появу перших сходів зафіксовано 14 квітня, масових – 18 квітня. Після появи сходів рослини проріджували, залишаючи по три рослини у кожній посудині. У процесі вегетаційного досліду проводили спостереження за ростом і розвитком тест-культур. Для характеристики фізіологічного стану рослин визначали показник SPAD, який відображає відносний вміст хлорофілу в листковому апараті. У представленому дослідженні проаналізовано результати SPAD-вимірювання, проведеного 12 травня 2025 р.

Отримані результати засвідчили виражену диференціацію фізіологічної реакції тест-культур залежно від походження субстрату та його положення у мілітарно порушеному ґрунтовому профілі. На матеріалі брустверу значення SPAD становило 26,5 у ячменю та 35,1 у гороху. Для матеріалу верхньої частини порушеного профілю відповідні показники становили 22,3 і 36,5, середньої – 33,8 і 41,1, нижньої – 23,0 і 49,1. Таким чином, навіть у межах одного мілітарно-едафічного утворення було встановлено суттєву варіабельність фізіологічної відповіді рослин.

Особливо показовою виявилася неоднакова реакція двох тест-культур на однакові субстрати. Найбільшу міжвидову різницю серед досліджених частин порушеного профілю встановлено для його нижньої частини: значення SPAD гороху становило 49,1, тоді як ячменю – 23,0, тобто різниця досягала 26,1 одиниці. Для верхньої частини профілю різниця становила 14,2 одиниці SPAD, для брустверу – 8,6, середньої частини – 7,3. У зазначених варіантах значення SPAD гороху перевищувало відповідний показник ячменю, однак величина міжвидової різниці істотно залежала від походження досліджуваного матеріалу.

Інше співвідношення між тест-культурами встановлено у поверхневому шарі ґрунту за межами безпосередньої зони вирви. На відстані 15 м значення SPAD становило 29,1 у ячменю та 24,2 у гороху, тобто показник ячменю був вищим на 4,9 одиниці. На відстані 50–75 м значення SPAD обох культур були однаковими і становили 27,1. Отримані результати свідчать, що абсолютне

значення SPAD недоцільно використовувати як самостійний критерій ступеня мілітарного порушення ґрунту. Більш інформативним є зіставлення реакцій декількох тест-культур на різні субстрати за однакових умов проведення вегетаційного експерименту.

Найнижчі серед розглянутих варіантів значення SPAD встановлено на техногенному субстраті, представленому сумішшю лесоподібного суглинку та сіро-зеленої глини: 10,1 у ячменю та 11,8 у гороху. На відміну від окремих частин матеріалу вибухової вирви, де реакція двох культур суттєво відрізнялася, на техногенному субстраті низькі значення показника спостерігали в обох культур, а міжвидова різниця становила лише 1,7 одиниці SPAD. Це вказує на менш сприятливі умови для фізіологічного стану рослин у цьому варіанті порівняно з більшістю досліджених субстратів, однак на цьому етапі експерименту не дає підстав пов’язувати встановлену реакцію з дією одного конкретного чинника.

Виявлена неоднорідність фізіологічної реакції тест-культур має важливе значення для подальшого дослідження мілітарно порушених ґрунтів. Вибухова вирва являє собою не лише локальну форму механічного руйнування поверхні. Внаслідок вибуху відбувається переміщення і змішування матеріалу генетичних горизонтів та ґрунтотворної породи, що створює просторово диференційоване ґрунтове середовище. Тому використання одного усередненого зразка для характеристики всієї зони вибухового порушення може нівелювати відмінності між окремими її морфологічними елементами.

Результати експерименту також демонструють доцільність одночасного використання декількох тест-культур. Різна реакція ячменю та гороху на матеріал одних і тих самих частин порушеного профілю свідчить про видоспецифічний характер біологічної відповіді. Відповідно, використання лише одного виду рослин може бути недостатнім для первинної оцінки властивостей неоднорідних мілітарно порушених субстратів. Поєднання злакової та бобової культур дозволяє отримати взаємодоповнювальну інформацію щодо їх придатності як тест-об’єктів.

Разом із тим результати SPAD-вимірювань необхідно інтерпретувати у сукупності з іншими характеристиками ґрунтового середовища. Високе значення SPAD не може самостійно розглядатися як доказ сприятливого екологічного стану субстрату, так само як його зниження не дозволяє встановити конкретну причину пригнічення рослини. На фізіологічний стан тест-культур можуть одночасно впливати фізичні властивості субстрату, водний і повітряний режими, реакція ґрунтового розчину, забезпеченість елементами живлення та наявність потенційних токсикантів. Тому проведений вегетаційний експеримент слід розглядати як первинний біологічний скринінг, а не як завершену екологічну оцінку досліджуваних субстратів.

Подальше відновлення мілітарно пошкоджених сільськогосподарських ґрунтів потребує інтегрованого підходу, що поєднує діагностику характеру порушення, оцінювання властивостей ґрунтового середовища, біологічне тестування та обґрунтування відповідних ремедіаційних заходів [3]. У зв’язку з

цим проведений вегетаційний дослід є початковим етапом тривалої комплексної роботи. Наступний етап досліджень має передбачати зіставлення ростових і фізіологічних реакцій тест-культур із фізичними, фізико-хімічними та хімічними характеристиками відповідних субстратів. Це дозволить перейти від фіксації відмінностей у біологічній відповіді рослин до встановлення чинників, які лімітують їх ріст і розвиток, та надалі обґрунтувати диференційовані заходи ремедіації мілітарно порушених земель.

Таким чином, ґрунтові субстрати різних частин мілітарно порушеного профілю характеризувалися неоднаковим впливом на фізіологічний стан тест-культур. Найбільшу міжвидову різницю серед досліджених елементів вибухової вирви встановлено для матеріалу нижньої частини профілю, де значення SPAD становило 23,0 у ячменю та 49,1 у гороху. Найнижчі значення показника серед розглянутих варіантів отримано на техногенному субстраті – 10,1 та 11,8 відповідно. Різна реакція ячменю ярого і гороху посівного підтверджує доцільність застосування декількох тест-культур для первинного біологічного скринінгу порушених ґрунтових субстратів. Подальше поєднання біологічних показників із комплексною характеристикою властивостей ґрунту має стати основою для визначення лімітуючих чинників та розроблення науково обґрунтованих підходів до ремедіації мілітарно порушених сільськогосподарських земель.

Література

1. Solokha M., Demyanyuk O., Symochko L., Mazur S., Vynokurova N., Sementsova K., Mariychuk R. Soil degradation and contamination due to armed conflict in Ukraine. *Land*. 2024. Vol. 13, No. 10. Art. 1614. DOI: 10.3390/land13101614.
2. Tešan Tomić N., Smiljanić S., Jović M., Gligorić M., Povrenović D., Došić A. Examining the effects of the destroying ammunition, mines and explosive devices on the presence of heavy metals in soil of open detonation pit; Part 2: Determination of heavy metal fractions. *Water, Air, & Soil Pollution*. 2018. Vol. 229. Art. 303. DOI: 10.1007/s11270-018-3950-7.
3. Mytsyk O. O., Shevchenko S. M., Havriushenko O. O., Tkalich Y. I., Shevchenko O. M. Integrated bioremediation and reclamation strategies for militarily damaged agricultural soils. *Agrology*. 2025. Vol. 8. P. 153–167.

БІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ МІЛІТАРНО ПОРУШЕНИХ ЧОРНОЗЕМІВ

Литвинов В. А., аспірант
Гавва Д. В., к. с.-г. н,, доцент
Рєзнік С. В., д. філософії, викладач
Державний біотехнологічний університет,
м. Харків, Україна

Військова агресія проти України стала одним із найпотужніших чинників трансформації природних та агроекологічних систем. Ґрунтовий покрив територій, що зазнають безпосереднього або опосередкованого впливу бойових дій, зазнає комплексного механічного, фізико-хімічного та біологічного порушення. Особливого значення ця проблема набуває для чорноземів, які є основним ресурсом сільськогосподарського виробництва України та характеризуються високим рівнем природної родючості, значним запасом органічної речовини і сформованою системою біотичних взаємозв'язків. Унаслідок військового впливу відбувається порушення ґрунтової структури, ущільнення та перемішування ґрунтової маси, формування воронок від вибухів, механічне переміщення горизонтів, локальне забруднення важкими металами та іншими полютантами [1, 2].

Для територій Лівобережного Лісостепу України проблема мілітарної трансформації ґрунтів є особливо актуальною. Регіон характеризується значним поширенням чорноземів типових, які тривалий час використовувалися в інтенсивному землеробстві та формують значну частину аграрного потенціалу східних областей України. Додаткове військове навантаження накладається на вже існуючі антропогенні зміни ґрунтів, пов'язані з обробітком, використанням мінеральних добрив і пестицидів, ущільненням орного шару та скороченням надходження органічної речовини. Унаслідок цього реакція чорнозему на військове порушення може проявлятися не лише в погіршенні окремих агрохімічних властивостей, а й у перебудові функціонування ґрунтової біоти.

Безпосередній вплив вибухів є одним із найбільш характерних чинників мілітарної деградації ґрунтового покриву. Утворення вибухових воронок супроводжується руйнуванням агрегатної структури, переміщенням значних об'ємів ґрунтової маси та винесенням на поверхню матеріалу з нижчих горизонтів. При цьому відбувається порушення просторової організації профілю та умов існування ґрунтових організмів. Дослідження ґрунтів Харківської області засвідчують, що воєнні дії можуть спричиняти комплексні зміни фізичних властивостей, хімічного складу та характеру землекористування [1, 3]. Особливо важливим є локальний характер таких змін: на відносно невеликій території можуть одночасно існувати практично непорушені ділянки, території з механічним пошкодженням та ділянки з ознаками хімічного забруднення.

Окремим чинником є використання важкої військової техніки. Її багаторазове переміщення спричиняє ущільнення ґрунту, зменшення загальної пористості, погіршення аерації та водопроникності. Ущільнений ґрунт

характеризується зміною співвідношення між капілярними та некапілярними порами, що безпосередньо впливає на водно-повітряний режим. Для мікроорганізмів це означає зміну доступності кисню, води та поживних субстратів. Отже, навіть за відсутності вираженого хімічного забруднення механічна трансформація може призводити до зміни інтенсивності біологічних процесів.

Пожежі, спричинені бойовими діями, створюють додаткове термічне навантаження. Високі температури можуть призводити до швидкої трансформації органічної речовини, загибелі частини ґрунтових організмів та зміни властивостей поверхневого шару. У поєднанні з механічним руйнуванням і забрудненням це формує складний комплекс факторів, які визначають подальшу сукцесію ґрунтової біоти. Відновлення такого ґрунту залежить не тільки від швидкості відновлення його фізико-хімічних властивостей, а й від відновлення функціонально повноцінного мікробного угруповання.

Ґрунтові мікроорганізми є одним із найбільш чутливих компонентів ґрунтової екосистеми. Вони беруть участь практично в усіх ключових біогеохімічних процесах, забезпечуючи трансформацію органічної речовини, мінералізацію та іммобілізацію елементів живлення, кругообіг азоту, фосфору і сірки, розкладання рослинних решток та формування гумусових речовин. Саме тому зміни мікробної біомаси, чисельності фізіологічних груп та ферментативної активності можуть відображати функціональний стан ґрунту раніше, ніж істотно змінюються його базові агрохімічні характеристики [4, 5].

Під час мілітарного впливу порушення мікробного комплексу може бути пов’язане як із прямою дією екстремальних факторів, так і з опосередкованими змінами середовища. Вибухи, нагрівання та механічне перемішування безпосередньо впливають на мікроорганізми, тоді як ущільнення, зміна вологості, аерації, pH і доступності органічних субстратів формують довготривалі умови для подальшої перебудови мікробного угруповання. Додатковим стресовим фактором може бути надходження важких металів та інших хімічних компонентів, пов’язаних із боєприпасами та військовою технікою [2, 3].

З огляду на це одним із перспективних напрямів оцінювання стану мілітарно порушених чорноземів є використання показників біогенності. Біогенність характеризує інтенсивність та потенціал біологічних процесів у ґрунті й значною мірою залежить від чисельності та активності мікробного угруповання. Порівняння біогенності порушених ділянок із відповідними непорушеними аналогами дає змогу оцінити ступінь функціональної трансформації ґрунтової системи. Дослідження чорноземів, що зазнали військового впливу, демонструють можливість використання біогенності як інтегрального показника порушення ґрунтового середовища [8].

Важливим елементом біодіагностики є визначення чисельності окремих еколого-трофічних груп мікроорганізмів. Такий підхід дозволяє не тільки встановити загальне зниження або підвищення мікробної активності, але й визначити напрям функціональної перебудови мікробоценозу. Зокрема,

амоніфікуючі мікроорганізми беруть участь у розкладанні органічних азотовмісних сполук, тоді як мікроорганізми, що засвоюють мінеральні форми азоту, характеризують інтенсивність використання доступного мінерального азоту мікробною спільнотою. Фосфатмобілізувальні та целюлозоруйнівні мікроорганізми відображають відповідно потенціал мобілізації фосфору та трансформації складних органічних субстратів.

Зміна співвідношення цих груп може свідчити про зміну спрямованості біологічних процесів. Для деградованих чорноземів встановлено взаємозв'язок між чисельністю окремих фізіологічних груп мікроорганізмів та показниками родючості [4]. Тому застосування такого підходу до мілітарно порушених ґрунтів дозволяє перейти від простої констатації факту деградації до функціональної характеристики її проявів.

Особливу увагу доцільно приділяти співвідношенню мікроорганізмів, пов'язаних із трансформацією органічних і мінеральних форм азоту. Порушення кругообігу азоту може бути одним із наслідків зміни мікробного метаболізму. За несприятливих умов частина мікробних груп втрачає конкурентоспроможність, тоді як більш стійкі до стресових факторів мікроорганізми можуть зберігати або навіть збільшувати свою відносну частку. Таким чином, аналіз співвідношення функціональних груп дозволяє виявляти зміни не тільки кількісного, а й якісного характеру.

Інформативним показником може бути коефіцієнт мінералізації, який характеризує співвідношення між мікроорганізмами, що використовують мінеральні форми азоту, та амоніфікаторами. Його зміни можуть свідчити про спрямованість процесів трансформації органічної речовини та азоту. Для мілітарно порушених чорноземів особливе значення має порівняння таких показників із фоновими значеннями відповідного непорушеного ґрунту, оскільки абсолютні значення мікробіологічних показників можуть істотно залежати від типу ґрунту, вологості, температури, сезону та системи землекористування.

Дослідження ґрунтів, які зазнали військового впливу, показують, що одним із проявів порушення є зменшення чисельності окремих агрономічно корисних груп мікроорганізмів, зокрема амоніфікаторів, фосфатмобілізаторів та целюлозоруйнівної мікрофлори. Одночасно може зростати частка оліготрофних і педотрофних мікроорганізмів, що свідчить про перебудову мікробного метаболізму та зміну доступності органічних субстратів [6, 7]. Такі зміни можуть розглядатися як один із проявів переходу ґрунту до менш продуктивного функціонального стану.

Згідно результатів дослідження чорнозему типового дослідного поля ДБТУ можна сформулювати такі висновки:

Целюлозоруйнівні бактерії (АГК): У зоні горіння (Переріг горілий) чисельність коливається від 142 до 736 тис. к.у.з., що свідчить про активізацію деструкції рослинних залишків після пожеж.

Гетеротрофи (МПА) та оліготрофи (ГА): Забруднення паливно-мастильними матеріалами (ПММ) та наявність залишків боєприпасів (Гільзи)

зумовлюють перебудову мікробних ценозів, де оліготрофні організми на голодному агарі демонструють адаптацію до стресових умов.

Біогенність ґрунту: У варіанті Переріг горілий загальна біогенність сягає від 25,36% до 98,17% залежно від глибини та повторності вимірювань.

Коефіцієнт мінералізації: Військове та пірогенне навантаження змінює співвідношення мінералізаційних і іммобілізаційних процесів, коливаючись у межах 0,62-1,37 на контрольних та порушених ділянках.

Дослідження мікробіологічного профілю чорноземів у зонах військових дій виявило глибоку трансформацію еколого-трофічних груп мікроорганізмів залежно від типу антропогенного впливу. Пірогенне навантаження (Переріг горілий) викликає різкий спалах активності целюлозоруйнівних бактерій на АГК, чисельність яких у шарі 20–30 см локально сягає 736 тис. к.у.з. як адаптаційна реакція на надходження мертвої органіки. Водночас техногенний прес і залишки боєприпасів (Гільзи) призводять до суттєвих коливань чисельності гетеротрофів на МПА (зростаючи до 221,57 млн к.у.з.) та оліготрофів на ГА (до 188 млн к.у.з. у зоні «Дорога»). Забруднення горюче-мастильними матеріалами (ПММ) супроводжується зростанням коефіцієнта мінералізації до 6,67, що свідчить про напружений екологічний стан ґрунту та перебудову його мікробних ценозів.

Важливе значення має також оцінювання динаміки біологічних показників у часі. Безпосередньо після мілітарного впливу можуть домінувати процеси гострого стресу, що проявляються різким зниженням мікробної активності. На наступних етапах, за умови відсутності повторного порушення, можливе поступове відновлення чисельності та активності мікроорганізмів. Однак відновлення кількісних показників не обов’язково означає повне відновлення функціональної структури мікробоценозу. Саме тому для оцінювання процесів відновлення необхідно аналізувати одночасно кількісні та функціональні характеристики.

Відновлення мілітарно порушених чорноземів має розглядатися як довготривалий процес, у якому біологічна складова відіграє ключову роль. Мікроорганізми беруть участь у відновленні кругообігу елементів, трансформації органічної речовини та формуванні ґрунтової структури. Відповідно, відновлення мікробного угруповання є не лише наслідком покращення ґрунтових умов, а й одним із механізмів подальшої регенерації ґрунту.

Таким чином, біодіагностика мілітарно порушених чорноземів типових Лівобережного Лісостепу України є перспективним напрямом комплексного оцінювання екологічного стану ґрунтів. На відміну від традиційної агрохімічної діагностики, яка переважно характеризує запас і доступність окремих елементів живлення, біологічні показники дають змогу оцінити функціональний стан ґрунтової системи та її здатність до самовідновлення. Найбільш інформативним є поєднання показників біогенності, чисельності еколого-трофічних груп мікроорганізмів, мікробної біомаси, ґрунтового дихання та ферментативної активності [8, 9].

Застосування комплексу біологічних індикаторів дозволить диференціювати характер мілітарних порушень, визначати ступінь функціональної деградації та здійснювати моніторинг відновлення чорноземів. Водночас інтерпретація результатів повинна враховувати природну варіабельність чорноземів, сезонну динаміку мікробіологічних процесів, попередню історію землекористування та характер конкретного військового впливу. Для умов Лівобережного Лісостепу України особливо важливим завданням є встановлення регіональних фонових значень біологічних показників та визначення діагностичних критеріїв різного ступеня мілітарного порушення. Такий підхід створить наукове підґрунтя для екологічного моніторингу, оцінювання потенціалу відновлення та розроблення заходів щодо подальшої ремедіації деградованих чорноземів.

Література

1. Bonchkovskyi O., Ostapenko P., Bonchkovskyi A., Shvaiko V. War-induced soil disturbances in north-eastern Ukraine (Kharkiv region): Physical disturbances, soil contamination and land use change. *Science of the Total Environment*. 2025. Vol. 964. e178594. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.178594.

2. Solokha M., Demyanyuk O., Symochko L., Mazur S., Vynokurova N., Sementsova K., Mariychuk R. Soil degradation and contamination due to armed conflict in Ukraine. *Land*. 2024. Vol. 13, No. 10. e1614. DOI: https://doi.org/10.3390/land13101614.

3. Krainiuk O. V., Buts Y. V., Ponomarenko R. V., Asotskyi V. V., Darmofal E. A., Kalynovskyi A. Y., Maniuk V. V. Environmental consequences of military operations in Ukraine on the example of soil research in the Kharkiv region. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2025. DOI: https://doi.org/10.15421/112526.

4. Demydenko O. V. Correlation links of physiological groups of microorganisms with fertility indicators of degraded chernozem for different fertilizer systems. *Bulletin of Agricultural Science*. 2021. No. 4. P. 20–27. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202104-03.

5. Rieznik, S., Havva, D., Butenko, A., Novosad, K. 2021. Biological activity of chernozems typical of different farming practices. *Agraarteadus*, 32(2) P. 307–313. DOI: https://doi.org/10.15159/jas.21.34.

6. Illienko V., Salnikova A., Bondar V., Lazarev M., Klepko A. Soil microbiome state in militarily impacted soils of Ukraine. *EGU General Assembly 2026*. Vienna, Austria, 3–8 May 2026. EGU26-9411. DOI: 10.5194/egusphere-egu26-9411.

7. Schloter M., Nannipieri P., Sørensen S. J., van Elsas J. D. Microbial indicators for soil quality. *Biology and Fertility of Soils*. 2018. Vol. 54. P. 1–10. DOI: https://doi.org/10.1007/s00374-017-1248-3.

8. Melnychuk T., Vishovan Yu., Samkova O., Bogdanovich R. Impact of military activities on the biogenicity of southern chernozem. *Plant and Soil Science*. 2026. Vol. 17, No. 1. P. 59–69. DOI: https://doi.org/10.31548/plant1.2026.59.

9. Yashchenko L., Androshchuk O., Vasylenko L., Chornoivan Y. Environmental risks of heavy metal pollution in war-affected soils in Ukraine *European Journal of Environmental Sciences.* 2025. DOI: https://doi.org/10.14712/23361964.2025.3.

10. Shulga S., Tigunova O., Andriiash H., Yemets A. Harnessing plant microbiomes to enhance crop resilience and restore war-affected soils in Ukraine. *Frontiers in Plant Science*. 2026. Vol. 17. e1868751. DOI: https://doi.org/10.3389/fpls.2026.1868751.

ВПЛИВ ГУМАТУ КАЛІЮ НА МІКРОБОЦЕНОЗИ АГРОЧОРНОЗЕМІВ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

Середа А. Є., аспірант
Гавва Д. В., к. с.-г. н., доцент
Рєзнік С. В., д. філософії, викладач
Державний біотехнологічний університет,
м. Харків, Україна

Сучасні агроекосистеми Лівобережного Лісостепу України зазнають потужного антропогенного навантаження, що призводить до деградації ґрунтового покриву, порушення біогеохімічних циклів елементів та редукції біологічного різноманіття. Агрочорноземи (переважно чорноземи типові та реградовані), які історично формували потенціал вітчизняного землеробства, в умовах інтенсивної хімізації, дефіциту органічних добрив та частого використання монокультур утрачають природну стійкість. Одним із головних проявів цієї деструкції є сукцесійне зміщення в мікробоценозах: зниження чисельності корисних агрономічних груп мікроорганізмів та накопичення опортуністичної фітопатогенної мікрофлори [1, 3].

Застосування фізіологічно активних речовин гумусової природи, зокрема гумату калію, розглядається як один із найбільш перспективних прийомів біологізації землеробства. Гумати діють не лише як органо-мінеральні стимулятори росту рослин, а й як потужні екзогенні регулятори функціонального стану ґрунтового мікробіому. Дослідження реакції мікробоценозу на внесення гумату калію є необхідним підґрунтям для розробки ресурсозберігаючих та екологічно безпечних технологій відтворення родючості агрочорноземів [2, 5].

З огляду на агроекологічні особливості Лівобережного Лісостепу та їхній вплив на мікробіом відмітимо, що ґрунтовий покрив Лівобережного Лісостепу України характеризується переважанням чорноземів типових та глибоких мало- і середньогумусних, що сформувалися на лесових породах. Кліматичні умови регіону (помірно-континентальний клімат із проявами періодичних повітряно-ґрунтових посух) накладають специфічний відбиток на функціонування ґрунтового біотичного комплексу [4]. В умовах дефіциту вологи у літній період

мікробіологічні процеси сповільнюються, а сукцесійні зміни зміщуються у бік оліготрофізації середовища. Внесення гумату калію створює додатковий буферний бар'єр: підвищує вологоутримувальну здатність ґрунтового розчину за рахунок високої гідрофільності гумінових кислот; стабілізує реакцію середовища, що оптимізує нішу проживання для бактеріальних угруповань; слугує джерелом вуглецю та калію для гетеротрофного блоку мікробоценозу під час несприятливих гідротермічних періодів [6, 8].

Функцію активної участі в деструкції гумусу пов'язують із багатьма представниками ґрунтового мікробоценозу. Зокрема, це окремі види родів *Actinomyces, Aerobacter, Bacillus, Bacterium, Clostridium, Flavobacterium, Mycobacterium, Mycococcus, Rhodotorula* та інші. Механізми впливу гумату калію на еколого-трофічні групи мікроорганізмів є досить специфічними. Гумат калію має складну полідисперсну структуру, до складу якої входять високомолекулярні гумінові кислоти, низькомолекулярні фульвокислоти, а також комплекси мікро- та макроелементів. Його застосування на агрочорноземі викликає якісну та кількісну перебудову мікробоценозу за кількома ключовими напрямами.. Зокрема, під дією гумату калію зростає чисельність бактерій родів *Bacillus, Pseudomonas* та *Micrococcus* (амоніфікуючі мікроорганізми), що розщеплюють азотовмісні органічні сполуки. Активізація амоніфікації забезпечує накопичення у ґрунті доступного мінерального азоту у формі амонію [1; 7]. Також збільшення пулу амонійного азоту в поєднанні з оптимізацією аерації створює сприятливі умови для автотрофних нітрифікуючих бактерій (*Nitrosomonas, Nitrobacter*). Це прискорює конверсію амонію в нітратну форму, запобігаючи непродуктивним втратам азоту у вигляді газоподібних сполук [4]. Гумінові сполуки є природними комплексонами та посередниками електронів у дихальних ланцюгах азотфіксуючих бактерії. Це зумовлює стимуляцію розвитку як вільноживучих та асоціативних азотфіксаторів (*Azotobacter chroococcum, Clostridium pasteurianum*), так і симбіотичної мікрофлори (*Rhizobium spp., Bradyrhizobium spp.*). В результаті зростає обсяг біологічної фіксації атмосферного азоту [3]. Актиноміцети (*Streptomyces*) та целюлозоруйнівні мікроорганізми реагують на внесення гумату калію суттєвим збільшенням біомаси. Оскільки ці мікроорганізми є основними деструкторами стійких біополімерів (лігніну, хітину, целюлози), їх активність прискорює гуміфікацію рослинних решток та поліпшує структуру ґрунту [2, 9]. Внесення гуматів оптимізує бактеріально-грибне співвідношення (фітосанітарний стан). Спостерігається пригнічення розвитку фітопатогенних мікроміцетів (зокрема родів *Fusarium, Bipolaris, Alternaria*), що пояснюється підвищенням антагоністичної активності сапрофітної мікрофлори (насамперед грибів роду *Trichoderma*) та синтезом специфічних антибіотичних речовин актиноміцетами [3, 7].

У свою чергу динаміка спрямованості мікробіологічних процесів та ферментативна активність мають свої особливості, оскільки зміна структури мікробоценозу безпосередньо впливає на показники біогенності та спрямованості біохімічних трансформацій у чорноземі. Так коефіцієнт

мінералізації, який розраховується як відношення чисельності мікроорганізмів, що засвоюють мінеральний азот, до амоніфікаторів, за умови застосування гумату калію спостерігається зниження даного коефіцієнта у перші фази метаболізму, що свідчить про переважання процесів синтезу органічних сполук над їх мінералізаційними процесами [1, 4]. Зменшення такого показника, як коефіцієнт оліготрофності свідчить про забезпечення мікробіоти доступними елементами живлення та вихід мікробоценозу зі стану стресу.

Якщо розглядати ферментативний потенціал, то гумат калію виступає як алостеричний активатор ґрунтових ензимів. Дослідженнями вчених зафіксовано зростання активності: каталази та дегідрогенази (на 20–35%), що віддзеркалює загальну дихальну та метаболічну інтенсивність мікробіому; уреази – показника швидкості трансформації сечовини та амідних форм азоту; фосфатази (лужної та кислої) – що прискорює гідроліз органічних фосфорорганічних сполук та підвищує рухливість фосфатів [6, 8, 10].

Комплексний мікробіологічний аналіз чорнозему типового дослідного поля ДБТУ у Харківському районі засвідчив різноспрямований вплив внесення гуматів калію на еколого-трофічні групи мікроорганізмів. Чисельність гуматрозкладальних бактерій (НА) закономірно зменшується з глибиною (від 0,67–1,11 млн к.у.з. у контролі до 0,23–0,28 млн к.у.з. у шарі 30–40 см). Водночас внесення гуматів (особливо у варіанті «Гумат 200», шар 20–30 см) забезпечує потужну стимуляцію актиноміцетів (КАА), чисельність яких зростає до 7,86–11,09 млн к.у.з., а також азотфіксаторів на агарі Ешбі (ЕШ), показники яких сягають 10,62–14,33 млн к.у.з., що свідчить про активізацію загальних процесів трансформації органічної речовини та азотного циклу в ґрунті.

Таким чином, застосування гумату калію на агрочорноземах Лівобережного Лісостепу України є ефективним чинником спрямованого корегування функціонально-структурної організації ґрунтового мікробоценозу. Внесення гумату калію стимулює розвиток агрономічно корисних груп мікроорганізмів (азотфіксаторів, амоніфікаторів, актиноміцетів) та активує ферментативний пул ґрунту (каталазу, дегідрогеназу, фосфатазу). Оптимізація співвідношення мікробіологічних груп сприяє оздоровленню фітосанітарного стану агроценозу шляхом супресії патогенної мікрофлори сапрофітними антагоністами (*Trichoderma spp., Streptomyces spp.*). Застосування гуматів сприяє збалансуванню процесів мінералізації та гуміфікації, забезпечуючи збереження й відтворення потенційної родючості чорноземних ґрунтів.

Література

1. Jin Q., Zhang Y., Wang Q. et al. Effects of potassium fulvic acid and potassium humate on microbial biodiversity in bulk soil and rhizosphere soil of Panax ginseng. *Microbiological Research*. 2022. Vol. 254. e. 126914. DOI: https://doi.org/10.1016/j.micres.2021.126914.

2. Yang F., Tang C., Antonietti M. Natural and artificial humic substances to manage minerals, ions, water, and soil microorganisms. *Chemical Society Reviews*. 2021. Vol. 50, No. 10. P. 6221–6239. DOI: https://doi.org/10.1039/D0CS01363C.

3. Dong L., Córdova-Kreylos A. L., Yang J., Yuan H., Scow K. M. Humic acids buffer the effects of urea on soil ammonia oxidizers and potential nitrification. *Soil Biology and Biochemistry*. 2009. Vol. 41, No. 8. P. 1612–1621. DOI: https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2009.04.023.

4. Dey S., Kasai T., Katayama A. Promotion of nitrogen fixation of diverse heterotrophs by solid-phase humin. *Frontiers in Microbiology*. 2022. Vol. 13. e. 853411. DOI: https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.853411.

5. Hoefle D., Sperber S., Marzban N. et al. Artificial humic acid diminishes the effect of drought on the soil microbiome. *Journal of Sustainable Agriculture and Environment*. 2024. Vol. 3, No. 4. e. 70034. DOI: https://doi.org/10.1002/sae2.70034.

6. Jiang Y. et al. Humic substances suppress Fusarium oxysporum by regulating soil microbial community in the rhizosphere of cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Applied Soil Ecology*. 2022. Vol. 174. e. 104389. DOI: https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2022.104389.

7. Kagan K., Goraj W., Kuźniar A. et al. Exploring the synergy between humic acid substances, dehydrogenase activity and soil fertility. *Agronomy*. 2024. Vol. 14, No. 5. e. 1031. DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy14051031.

8. Tiwari J., Al Ramanathan A., Bauddh K., Korstad J. Humic substances: Structure, function and benefits for agroecosystems – a review. *Pedosphere*. 2023. Vol. 33, No. 2. P. 237-249. DOI: https://doi.org/10.1016/j.pedsph.2022.07.008.

9. Mierzwa-Hersztek M., Gondek K., Klimkowicz-Pawlas A. et al. Asse-ssing the potential of biochar aged by humic substances to enhance plant growth and soil biological activity. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*. 2021. DOI: https://doi.org/10.1186/s40538-021-00242-7.

10. Ben Farhat M., Boukhris I., Chouayekh H. Mineral phosphate solubilization by Streptomyces sp. CTM396 involves the excretion of gluconic acid and is stimulated by humic acids. *FEMS Microbiology Letters*. 2015. Vol. 362, No. 5. DOI: https://doi.org/10.1093/femsle/fnv008.

ЗАГАЛЬНА ШПАРУВАТІСТЬ ЧОРНОЗЕМІВ ТИПОВИХ У ЗОНАХ АГРОГЕННОГО ТА ТЕХНОГЕННОГО ВПЛИВУ

Шемякін В. В., аспірант каф. ґрунтознавства
Дегтярьов Ю. В., к. с.-г. н., доцент
Державний біотехнологічний університет,
м. Харків, Україна

Пористість ґрунту є одним із головних показників його фізичного стану, що визначає водно-повітряний режим, інфільтраційну здатність та біологічну активність агроекосистем. Саме вона відображає співвідношення між твердою

фазою та поровим простором, забезпечуючи умови для циркуляції вологи, газообміну та розвитку кореневих систем. Зменшення загальної шпаруватості призводить до порушення рівноваги між макро- та мікропорами, що негативно позначається на продуктивності рослин і стійкості ґрунтових екосистем. У сучасних дослідженнях пористість розглядається як чутливий індикатор деградаційних процесів, оскільки вона швидко реагує на антропогенне та техногенне навантаження, включно з агровиробництвом і військовим впливом [1].

Фізична деградація ґрунтів найчастіше проявляється через ущільнення, яке безпосередньо впливає на зменшення загальної шпаруватості. Зниження пористості означає скорочення об'єму макропор, що обмежує інфільтрацію води та газообмін, а також призводить до накопичення надлишкової вологи й дефіциту кисню у кореневій зоні. Такі зміни порушують біогеохімічні цикли, зокрема вуглецю та азоту, і знижують біологічну активність ґрунту [1]. У результаті формується несприятливий водно-повітряний режим, який обмежує ріст і продуктивність рослин, а також знижує стійкість агроекосистем до кліматичних та антропогенних навантажень.

Агрогенне використання ґрунтів також істотно впливає на показники загальної шпаруватості. Регулярний обробіток сприяє розпушенню верхнього шару та тимчасовому підвищенню пористості, однак водночас формує плужну підошву, яка знижує шпаруватість у середніх горизонтах і обмежує доступність вологи для кореневих систем. Така диференціація профілю є типовою для довготривалого землекористування, коли верхній шар зберігає відносно високі показники, а нижні горизонти поступово ущільнюються. Це підтверджує, що навіть у відсутності техногенного навантаження агрогенний чинник здатний змінювати структуру порового простору та створювати стійкі обмеження для водно-повітряного режиму [2].

Техногенний та військовий вплив на ґрунтовий покрив спричиняє найбільш глибокі трансформації показника загальної шпаруватості. Механічний тиск важкої гусеничної й колісної техніки, вибухові навантаження та пірогенні процеси призводять до руйнування агрегатної структури й формування надмірно ущільнених шарів, що зберігаються протягом тривалого часу [3, 4]. У результаті поровий простір різко скорочується, а загальна шпаруватість у верхніх горизонтах знижується до критичних значень, що обмежує інфільтрацію води та газообмін. Такі зміни мають довготривалий характер і створюють локальні осередки деградації, які суттєво знижують продуктивність агроландшафтів та ускладнюють процеси рекультивації.

Узагальнюючи, показник загальної шпаруватості виступає універсальним діагностичним критерієм стану чорноземів у зонах інтенсивного антропогенного та військового навантаження. Він дозволяє кількісно оцінити ступінь деградації ґрунтового профілю, виявити локальні осередки ущільнення та простежити вертикальну диференціацію порового простору. Саме пористість найбільш чутливо реагує на поєднання агрогенних і техногенних чинників, відображаючи як короткочасні зміни після обробітку, так і довготривалі наслідки механічного

тиску та пірогенного впливу. Тому її використання у комплексі ґрунтово-екологічних досліджень є необхідним для обґрунтування заходів збереження та відновлення продуктивності чорноземів у сучасних умовах.

Дослідження проводилися на чорноземах типових Харківської області за шістьма варіантами землекористування: переліг із пірогенним впливом, природний переліг, ущільнена дорога, розорана дорога, рілля та ділянка стоянки військової техніки. Відбір зразків здійснювався буром у чотирьох глибинах (0–10, 10–20, 20–30, 30–40 см) із трьома повторностями для кожного варіанта. Щільність складення визначали згідно з ДСТУ ISO 11272:2001, щільність твердої фази – пікнометричним методом (ДСТУ 4745:2007). На основі цих показників розраховували загальну пористість за загальноприйнятими формулами. Такий підхід дозволив оцінити вертикальну диференціацію порового простору та встановити характер його трансформації під впливом агрогенних і техногенних чинників.

У природному перелозі загальна шпаруватість у верхньому шарі (0–10 см) становила 53,39%, що відображало добре збережену структуру ґрунту та оптимальний водно-повітряний режим. У горизонтах 10–20 та 20–30 см показники залишалися стабільно високими – понад 51%, а на глибині 30–40 см шпаруватість становила 51,62% (рис. 1). Така рівномірність профільного розподілу свідчить про стійкість порового простору та відсутність ознак деградації. Природний переліг характеризується еталонним станом чорнозему типового, демонструючи максимальну стабільність показника загальної шпаруватості.

У варіанті перелогу, що зазнав пірогенного навантаження, загальна шпаруватість у верхньому шарі (0–10 см) становила 50,94%, що було нижчим порівняно з природним контролем. Це вказувало на локальне зменшення порового простору внаслідок термічного руйнування органічних речовин та зниження біологічної активності. У горизонтах 10–20 та 20–30 см шпаруватість зростала до 51,87%, що підтверджувало відсутність глибокого пірогенного впливу. На глибині 30–40 см показник знову знижувався до 50,47%, що є типовим для природного ущільнення нижніх горизонтів чорноземів. Таким чином, пірогенна деградація проявлялася переважно у верхньому шарі, не спричиняючи суттєвих змін у глибших горизонтах профілю.

На ділянці дороги, що зазнала багаторазового проходження важкої військової техніки, загальна шпаруватість у верхньому шарі (0–10 см) становила лише 40,75%, що є критично низьким показником для чорноземів. У горизонті 10–20 см шпаруватість залишалася на рівні 41,32%, підтверджуючи глибоке техногенне ущільнення. На глибині 20–30 см показник дещо зростав до 47,79%, проте залишався нижчим за контрольні значення. У шарі 30–40 см шпаруватість становила 46,62%, що означало проникнення механічного впливу на значну глибину профілю. Таким чином, дорога є прикладом найбільш інтенсивної деградації порового простору, що призводить до різкого погіршення водно-повітряного режиму та високого ризику розвитку ерозійних процесів.

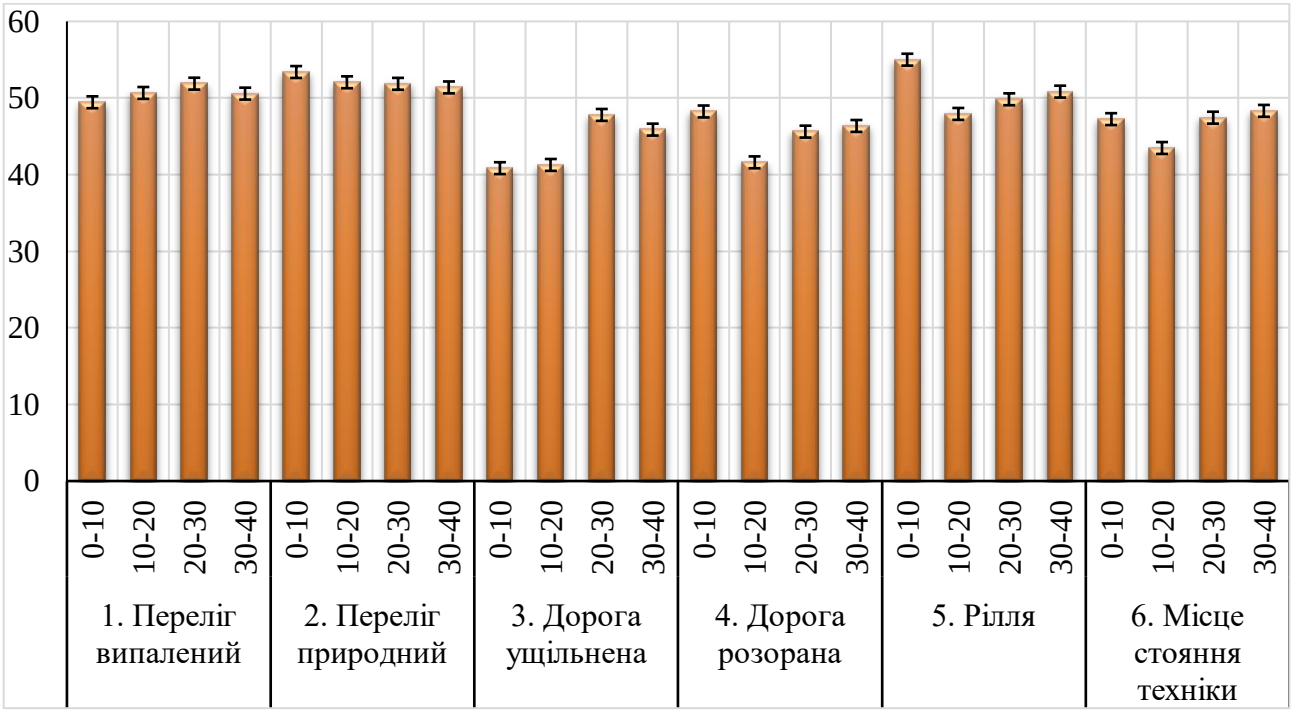


Рис. 1. Загальна шпаруватість чорноземів типових за різних умов використання, %

У варіанті дороги після поверхневого обробітку загальна шпаруватість у верхньому шарі (0–10 см) становила 48,24%, що свідчило про часткове відновлення порового простору порівняно з ущільненою дорогою. Проте вже у горизонті 10–20 см показник різко знижувався до 41,13%, що підтверджувало збереження ущільненого шару під орним горизонтом. У глибших шарах (20–30 та 30–40 см) шпаруватість залишалася на рівні 45–46%, що вказувало на стійке техногенне ущільнення профілю. Таким чином, поверхневий обробіток лише частково підвищує пористість у верхньому шарі, але не усуває глибші порушення, формуючи вторинний ущільнений горизонт.

У варіанті ріллі загальна шпаруватість у верхньому шарі (0–10 см) становила 55,00%, що було найвищим показником серед агрогенних варіантів і доводило ефективність регулярного обробітку у підтриманні порового простору. Проте вже у горизонті 10–20 см шпаруватість різко знижувалася до 44,92%, що відображало формування плужної підошви та обмеження водно-повітряного режиму. У глибших шарах (20–30 та 30–40 см) показники залишалися на рівні 47–48%, що свідчило про часткове відновлення пористості, але без досягнення контрольних значень. Таким чином, агрогенне використання спричиняє диференціацію профілю та формування ущільненого горизонту, який обмежує доступність вологи й газообмін у середній частині ґрунтового профілю.

На ділянці тимчасового розміщення військової техніки загальна шпаруватість у верхньому шарі (0–10 см) становила 49,81%, що було близьким до показників перелогу з пірогенним впливом. Проте у горизонті 10–20 см вона різко знижувалася до 43,47%, що вказувало на формування ущільненого шару під поверхнею внаслідок тривалого тиску маси техніки. У глибших шарах (20–

30 та 30–40 см) шпаруватість підвищувалася до 47–48%, проте залишалася нижчою за контрольні значення природного перелогу. Таким чином, поєднання механічного навантаження та можливого хімічного забруднення призвело до стійкого зниження пористості середніх горизонтів чорнозему, що обмежує його водно-повітряний режим та біологічну активність.

Аналіз показників загальної шпаруватості чорноземів типових засвідчив чіткі відмінності між природними, агрогенними та техногенними варіантами. Природний переліг демонстрував найвищу та стабільну шпаруватість у всьому профілі (понад 51%), що відображало еталонний стан порового простору. Пірогенний вплив спричиняв локальне зниження шпаруватості у верхньому горизонті, але не мав глибоких наслідків. Найбільш критичні зміни спостерігалися на дорозі, де шпаруватість у верхніх шарах знижувалася до 40–41%, що свідчило про глибоке техногенне ущільнення. Поверхневий обробіток дороги частково відновлював пористість у верхньому шарі, проте не усував ущільнення на глибині 10–20 см. У варіанті ріллі відзначалося підвищення шпаруватості у верхньому горизонті (55%), але формування плужної підошви знижувало її до 44–45% у середніх шарах. Стоянка військової техніки характеризувалася зменшенням шпаруватості до 43–44% у шарі 10–20 см, що підтверджувало стійке порушення профілю.

Отже, показник загальної шпаруватості є чутливим індикатором деградації чорноземів типових: він чітко відображає як локальні пірогенні зміни, так і глибоке техногенне ущільнення, а також диференціацію профілю під впливом агрогенного використання.

Література

1. Nawaz M. F., Bourrié G., Trolard F. Soil compaction and modelling: a review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2013. Vol. 33. P. 291–309. DOI: https://doi.org/10.1007/s13593-011-007
2. Keller T., Håkansson I. Estimation of reference bulk density from soil particle size distribution and soil organic matter content. *Geoderma*. 2010. Vol. 154, No. 3–4. P. 398–406. DOI: https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2009.11.013
3. Olson K., Speidel D. Review and analysis: successful use of soil tunnels in medieval and modern warfare and smuggling. *Open Journal of Soil Science*. 2020. Vol. 10, No. 5. P. 194–215. DOI: https://doi.org/10.4236/ojss.2020.105010
4. Golubtsov O., Sorokina L., Sploitel A., Chumachenko S. The impact of Russia's war against Ukraine on the state of Ukrainian soils. Analysis results. Kyiv: NGO "Center for Environmental Initiatives Ekodia", 2023. 32 p.

СЕКЦІЯ 4. ОБҐРУНТУВАННЯ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО ДОБОРУ КУЛЬТУР ТА ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В СІВОЗМІНАХ

SECTION 4. RATIONALE FOR MODERN APPROACHES TO CROP SELECTION AND SOIL TILLAGE IN CROP ROTATIONS

✦ ═══════════════════════════ ✦

ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ОЛІЙНОСТІ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ ЗАЛЕЖНО ВІД СПОСОБІВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Борисенко В. В., к. с.-г. н., доцент,
Уманський національний університет
м. Умань, Україна

Соняшник є однією з провідних олійних культур України, що має стратегічне значення для аграрного сектору та експортного потенціалу держави. В умовах Правобережного Лісостепу України його продуктивність і якість насіння значною мірою залежать від рівня адаптації технологій вирощування до ґрунтово-кліматичних умов регіону.

Основний обробіток ґрунту є одним із ключових елементів технології вирощування соняшнику, який безпосередньо впливає на водний, поживний і повітряний режими ґрунту, формування кореневої системи рослин, забур'яненість посівів і фітосанітарний стан агроценозу.

Особливої актуальності набуває проблема науково обґрунтованого добору способів основного обробітку ґрунту з урахуванням біологічних особливостей гібридів соняшнику та специфіки ґрунтово-кліматичних умов Правобережного Лісостепу України[1].

Так, дослідження українських вчених із різних аграрних університетів підтверджують, що полицевий обробіток у традиційних технологіях вирощування соняшнику забезпечує добру структурність ґрунту та сприяє накопиченню вологи, однак при тривалому застосуванні може призводити до деградації агрофізичних властивостей ґрунту і підвищеного випаровування вологи з верхніх шарів. Альтернативні безполицеві та мінімальні системи обробітку, за даними цих досліджень, зменшують ерозійні процеси, підтримують більш стабільну вологість ґрунту та сприяють кращому розвитку кореневої системи соняшнику, особливо в умовах посушливих років [2].

Зокрема, у працях сучасних науковців підкреслюється взаємозв'язок між глибиною обробітку ґрунту та продуктивністю гібридів соняшнику. Встановлено, що оптимальна глибина і спосіб обробітку варіюють залежно від типу ґрунту, попередника та характеристик конкретного гібриду. Такі дослідження показують, що менш інтенсивні способи обробітку, зокрема мінімальний, можуть позитивно впливати на вміст олії в насінні за рахунок

зменшення стресових для рослини умов та поліпшення водно-повітряного режиму [3].

Одночасно інші наукові публікації акцентують увагу на тому, що безполицеві технології не завжди забезпечують достатній рівень боротьби з бур'янами і більшу доступність поживних речовин, що може обмежувати потенціал врожайності за певних умов [4].

Вітчизняні дослідження, особливо у специфічних умовах Правобережного Лісостепу України, залишаються недостатньо систематизованими та потребують подальшого розширення для формування практичних рекомендацій, що враховують регіональні особливості ґрунтів і клімату [5].

Результати проведених досліджень показали, що спосіб обробітку ґрунту суттєво впливає на формування врожайності культури. Так, традиційний полицевий обробіток сприяв кращій структурі ґрунту та інтенсивному розвитку кореневої системи на початкових етапах росту рослин, що позитивно позначилося на масі 1000 насінин.

Дослідження також встановили, що гібриди соняшнику по-різному реагували на способи обробітку ґрунту. Деякі гібриди забезпечували найвищу врожайність за безполицевого обробітку, де зберігалася оптимальна волога та знижувався рівень ерозійних процесів, що позитивно впливало на накопичення олії в насінні. Інші гібриди краще реалізовували свій потенціал у варіантах із більш глибоким обробітком, що могло бути зумовлено їх здатністю ефективніше використовувати доступні поживні речовини.

Показники ваги насіння з одного кошика та кількості насінин у кошику змінювались залежно від способу основного обробітку ґрунту. Найменшими значення ваги та кількості насінин відмічено за вирощування гібридів соняшнику за поверхневого обробітку.

Особливості росту та розвитку соняшнику залежно від умов вирощування за рахунок зміни способів основного обробітку ґрунту вплинули на рівень його врожайності. Аналіз значень рівня врожайності гібридів соняшнику свідчить про зниження їх зі зменшенням глибини основного обробітку ґрунту.

Найменші показники врожайності гібридів соняшнику забезпечило його вирощування за поверхневого обробітку. Не відмічено суттєвого впливу способу основного обробітку ґрунту на вміст жиру в насінні соняшнику.

Важливим показником продуктивності вирощування олійних культур є вихід олії з одиниці площі. Найбільшим він був за чизельного обробітку ґрунту, а найменшим – за поверхневого.

Література

1. Кохан А. В. Ефективність різних способів обробітку ґрунту. *Новітні агротехнології.* 2016. № 4. С. 11–12.

2. Нікітенко О. В., Поляков О. І., Махова Т. В. Вплив способів основного обробітку грунту на ріст, розвиток та продуктивність соняшнику в

умовах південного степу України. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2023. № 34. С. 84–96.

3. Ткачук О. П., Бондарук Н. В. Фактори інтенсифікації та екологізації вирощування соняшнику. *Аграрні іновації*. 2023. № 18. С. 120–127.

4. Гангур В. В., Космінський О. О., Лень О. І., Тоцький В. М. Вплив удобрення на продуктивність соняшнику та якість насіння. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2022. № 2. С. 50–56.

5. Грицев Д. А. Особливості формування урожаю соняшника при вирощуванні за різних систем контролю забур'яненості. *Аграрний вісник Причорномор'я.* 2015. Вип. 76. С. 31–40.

ДОБІР ПОСУХОСТІЙКИХ КУЛЬТУР ДЛЯ АДАПТИВНИХ СІВОЗМІН ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Колояніді Н. О., к. с.-г. н.
Шевель В. І., к. с.-г. н.
Зелінський Ю. А.
Державна установа «Миколаївська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН», м. Миколаїв, Україна

Посилення температурного режиму, нерівномірність опадів і часті тривалі бездощові періоди підвищують ризик нестабільного виробництва польових культур у Південному Степу України. За таких умов адаптація землеробства не може обмежуватися зміною окремого технологічного прийому. Потрібне формування сівозмін, у яких культури різняться за тривалістю вегетації, строками найбільшої потреби у волозі, типом кореневої системи, біологією живлення та реакцією на високі температури. Метою роботи було обґрунтувати напрями добору культур для адаптивних сівозмін незрошуваного землеробства Південного Степу на основі аналізу наукових джерел і польових спостережень 2026 року.

Диверсифікація сівозміни розподіляє погодні та виробничі ризики між культурами з неоднаковими критичними періодами. За результатами довготривалих досліджень у різних ґрунтово-кліматичних умовах, ускладнення сівозмін здатне підвищувати стійкість урожайності за несприятливого водного режиму, однак величина ефекту залежить від конкретної послідовності культур, ґрунту та технології [1]. Отже, для Південного Степу доцільно добирати не просто більшу кількість видів, а функціонально взаємодоповнювальні компоненти сівозміни.

Важливим компонентом такої сівозміни є нут (*Cicer arietinum* L.). Він формує продукцію за обмеженого водозабезпечення, має відносно ранній цикл розвитку і завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями частково задовольняє потребу в азоті шляхом біологічної азотфіксації. Включення нуту в сівозміни із

зерновими культурами сприяє біологізації живлення, урізноманітненню чергування та розриву спеціалізованих циклів шкідливих організмів. Водночас посуха може обмежувати симбіотичну азотфіксацію, тому ефективність культури визначається не лише видовою посухостійкістю, а й відповідністю сорту, інокулянта, строку сівби та агрофону конкретним умовам [2].

Польові спостереження проводили у 2026 році на незрошуваній дослідній ділянці установи в Миколаївській області. Нут висівали 21 березня. У березні середня температура повітря становила 7,7 °С, сума опадів – 31,2 мм; у квітні – відповідно 9,8 °С і 58,1 мм. У посівах сортів Тріумф, Скарб і Ярина відзначено добре сформовані бульбочки. Сходи сорту Тріумф з'являлися 13–17 квітня, цвітіння тривало 27 травня – 3 червня; сорти Скарб і Ярина цвіли відповідно 4–14 та 1–12 червня. Відмінності у проходженні фенологічних фаз свідчать про можливість добору сортів із різним розміщенням критичних періодів у часі.

Паралельні спостереження за зернобобовими культурами показали неоднакову реалізацію їхніх адаптивних ознак (табл. 1). Оскільки оцінювання здійснювали протягом одного сезону, наведені результати слід розглядати як попередні та використовувати для формування гіпотез і схеми подальшого багаторічного досліду.

Таблиця 1

Порівняльні польові спостереження за зернобобовими культурами у 2026 році

Культура	Розвиток бульбочок	Виявлена особливість	Значення для подальшого добору
Нут	Сильний	Стабільне формування бульбочок	Пріоритетний зернобобовий компонент для перевірки в адаптивних сівозмінах
Сочевиця	Помірний	Вилягання під час збирання	Потребує добору стійких сортів і коригування технології
Соя	Слабкий, попри інокуляцію	Обмежена реалізація симбіотичного потенціалу	Потребує уточнення причин і додаткової оцінки до широкого включення в богарні сівозміни

Одержані спостереження вказують на доцільність поглибленої оцінки нуту як компонента сівозмін Південного Степу. Вони водночас демонструють, що належність культури до зернобобових сама по собі не гарантує однакової ефективності симбіозу або технологічності збирання. У наступних циклах досліджень необхідно кількісно визначати масу й активність бульбочок, урожайність, водоспоживання, залишковий мінеральний азот, забур'яненість та продуктивність наступної культури.

Перспективним зерновим компонентом адаптивної сівозміни є просо (*Panicum miliaceum* L.). Як теплолюбна культура з коротким вегетаційним періодом і порівняно економним використанням води, вона дає змогу розширити набір страхових культур та зменшити залежність господарства від погодної реакції озимих і пізніх ярих культур. Наукові узагальнення щодо різних видів проса підтверджують їхню цінність у посушливих і напівпосушливих системах землеробства [3, 4]. Для регіональної перевірки потрібні досліди саме з просом посівним, оскільки результати для інших видів проса не можуть механічно переноситися на умови Південного Степу.

Функціональна модель адаптивної сівозміни може передбачати чергування озимої зернової культури, нуту, проса та олійної або іншої широколистої культури з обов'язковим урахуванням фітосанітарних обмежень і доступних ринків збуту. Остаточна послідовність має визначатися за запасами продуктивної вологи, строками звільнення поля, водоспоживанням попередника, кількістю й якістю рослинних решток, забур'яненістю та потребою наступної культури в азоті. Нут доцільно оцінювати як джерело біологічної диверсифікації й потенційного позитивного впливу на азотний режим ґрунту, а просо – як інструмент температурної та водної адаптації.

Таким чином, для незрошуваного землеробства Південного Степу перспективним є перехід від переважно товарного принципу добору культур до функціонального: кожна культура повинна виконувати визначену агроекологічну роль у сівозміні. Польові спостереження 2026 року вказують на перспективність нуту за ознакою формування бульбочок порівняно із сочевицею та соєю, але потребують багаторічного кількісного підтвердження. Поєднання нуту з просом у диверсифікованих сівозмінах є обґрунтованим напрямом подальших досліджень для зниження погодних ризиків, підтримання родючості ґрунту та стабілізації виробництва.

Література

1. Bowles T. M. et al. Long-term evidence shows that crop-rotation diversification increases agricultural resilience to adverse growing conditions in North America. *One Earth.* 2020. Vol. 2, No. 3. P. 284–293. DOI: https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.02.007.

2. Mahto R. K. et al. Symbiotic nitrogen fixation for sustainable chickpea yield and prospects for genome editing in changing climatic situations. *Frontiers in Plant Science.* 2025. Vol. 16. Article 1621191. DOI: https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1621191.

3. Satyavathi C. T., Ambawat S., Khandelwal V., Srivastava R. K. Pearl millet: a climate-resilient nutricereal for mitigating hidden hunger and provide nutritional security. *Frontiers in Plant Science*. 2021. Vol. 12. Article 659938. DOI: https://doi.org/10.3389/fpls.2021.659938.

4. Shrestha N. et al. Pearl millet response to drought: a review. *Agronomy Journal.* 2023. Vol. 115. P. 1627–1649. DOI: https://doi.org/10.1002/agj2.21382.

ФІТОРЕМЕДІАЦІЙНІ ТА СИДЕРАЛЬНІ КУЛЬТУРИ У ВІДНОВЛЕННІ ПОРУШЕНИХ ҐРУНТІВ

Чайка Т. О., к. е. н.
Полтавське відділення Академії наук технологічної кібернетики України
Короткова І. В., к. хім. н., доцент
Полтавський державний аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Воєнні дії спричиняють комплексне порушення ґрунтового покриву, що проявляється у механічному ущільненні важкою технікою, руйнуванні структури орного та підорного шарів, зміні водно-фізичних властивостей, а також забрудненні важкими металами, нафтопродуктами та залишками вибухових речовин. Такі зміни знижують продуктивність земель і значно ускладнюють їх подальше сільськогосподарське використання [1]. За літературними даними, повна реабілітація територій, які зазнали впливу бойових дій, традиційними методами може тривати 10–12 років [2], тоді як окремі довгострокові фіторемедіаційно-біоенергетичні системи передбачають період відновлення до 15 років [3]. У зв’язку з цим актуальним є пошук агробіологічних підходів, здатних забезпечити поступове поліпшення стану ґрунту в межах коротших ротаційних циклів. Подібний комплекс пошкоджень агроландшафтів зафіксовано, зокрема, на деокупованих територіях Снігурівської громади Миколаївської області, для яких обґрунтовано необхідність диференційованого підбору культур-фіторемедіантів залежно від характеру порушення земель [4].

Одним із перспективних напрямів може бути інтеграція у систему землеробства культур, які одночасно виконують різні відновлювальні функції. Такий підхід узгоджується з концепцією комплексного післявоєнного відновлення сільськогосподарських земель, що передбачає поєднання ремедіаційних заходів із подальшим продуктивним використанням рослинної біомаси та біоенергетичних технологій [5]. Доцільним є поєднання рослин із розвиненою кореневою системою, здатних проникати в ущільнені шари ґрунту, з фіторемедіаційними та сидеральними культурами. У цьому випадку сівозміна розглядається не лише як спосіб чергування сільськогосподарських культур, а як послідовність біологічних етапів відновлення ґрунту.

Важливе місце у таких системах можуть посідати *Sorghum bicolor*, *Carthamus tinctorius*, *Melilotus spp.*, *Sinapis alba* та *Phacelia tanacetifolia*. Їх функціональне значення істотно відрізняється, що дає можливість формувати ротації залежно від характеру порушення земель. Глибококореневі культури насамперед можуть сприяти проникненню кореневої системи в ущільнені горизонти. При цьому сам факт кращого росту коренів або підвищення врожайності наступної культури не слід безпосередньо ототожнювати з біологічним розущільненням. Для підтвердження структурних змін необхідно визначати щільність будови ґрунту, опір пенетрації, пористість, водопроникність та інші фізичні показники [6–8].

Особливий інтерес становить сорго (*Sorghum bicolor*), яке поєднує потужний розвиток кореневої системи з толерантністю до окремих типів забруднення. Для цієї культури встановлена здатність до поглинання Ni, Pb і Zn із переважним накопиченням металів у кореневій частині рослин [9]. Польові та модельні дослідження також підтверджують перспективність сорго для вирощування на ґрунтах, забруднених важкими металами. За даними Ofori-Agyemang et al. [10], його дворічне культивування на забрудненому ґрунті супроводжувалося істотним зменшенням вмісту рухомих форм Cd, Pb і Zn. Водночас наведені величини слід розглядати як орієнтир, оскільки ефективність фіторемедіації залежить від ґрунтових умов, рівня забруднення, форми знаходження металу та тривалості вирощування.

Сорго може бути корисним і на ділянках, забруднених нафтовими вуглеводнями. За даними Ma et al. [11], вирощування *Sorghum bicolor* сприяло істотному зниженню їх вмісту у забрудненому ґрунті. Для найбільш ефективного з досліджених сортів після 70 діб культивування залишкова концентрація нафтових вуглеводнів була на 41,4–69,3% нижчою порівняно з варіантами без рослин. Такий ефект пов’язаний не лише з діяльністю самої рослини, а й з активізацією мікроорганізмів у ризосфері, здатних до деградації органічних забруднювачів [12]. Разом із тим за комбінованого нафто-металевого забруднення ефективність очищення може знижуватися, тому для таких земель необхідний диференційований підхід.

У системах відновлення ґрунтів перспективним компонентом є також буркун (*Melilotus spp.*). Завдяки розвиненій кореневій системі він може брати участь у структуроутворенні ґрунту, а симбіотична азотфіксація сприяє поповненню запасів біологічного азоту. Здатність представників роду *Melilotus* функціонувати на малопродуктивних і засолених субстратах підтверджена низкою досліджень [13, 14]. Тому буркун може бути доцільним на проміжному або завершальному етапі відновлювальної сівозміни після культури, яка виконує основну фіторемедіаційну функцію.

Інший напрям відновлення пов’язаний із використанням швидкорослих сидеральних культур. Біла гірчиця (*Sinapis alba*) формує значну кількість рослинної біомаси, після заробляння якої в ґрунт створюються передумови для поліпшення його структурно-фізичного стану. Сидерація загалом може сприяти зниженню щільності будови і кращому збереженню продуктивної вологи. У дослідженні Lishchuk et al. [15] щільність ґрунту на варіантах із сидеральними культурами становила 1,11–1,12 г/см^3 порівняно з 1,19 г/см^3 на чорному пару. Позитивний вплив надходження сидеральної біомаси на пористість ґрунту відзначено також Kholboev et al. [16].

Додатковою перевагою *Sinapis alba* є її фітосанітарне значення. Рослини родини Brassicaceae можуть використовуватися в системах біофумігації для зниження чисельності окремих ґрунтових патогенів і фітопаразитичних нематод. Високу ефективність такого підходу підтверджують результати Ziouche et al. [17]. Тому включення гірчиці до відновлювальної сівозміни може забезпечувати не лише надходження органічної речовини, а й фітосанітарне оздоровлення

ґрунту перед поверненням ділянки до традиційного сільськогосподарського використання.

Phacelia tanacetifolia доцільно розглядати передусім як швидкорослу покривну культуру. Вона забезпечує швидке формування рослинного покриву, обмежує розвиток бур'янів переважно завдяки конкуренції за ресурси та захищає поверхню ґрунту в перехідний період між основними культурами [18]. На відміну від сорго, фацелія не належить до культур із вираженою здатністю накопичувати важкі метали або деградувати нафтопродукти, тому її функція в таких системах є переважно ґрунтозахисною і фітомеліоративною.

З урахуванням функціональних властивостей зазначених культур доцільним є формування кількох типів короткоротаційних сівозмін залежно від домінуючого виду порушення. Для ущільнених ґрунтів із забрудненням важкими металами перспективною може бути послідовність *Sorghum bicolor* → *Melilotus officinalis* → *Sinapis alba*, за потреби доповнена *Carthamus tinctorius*. У такій ротації сорго може бути використане на початковому фіторемедіаційному етапі та сприяти освоєнню ущільненого шару, буркун – подальшому структурному відновленню і біологічному збагаченню ґрунту азотом, а гірчиця – виконувати сидеральну та фітосанітарну функції на завершальному етапі. Сафлор може використовуватися як перехідна технічна культура завдяки посухостійкості та толерантності до залишкового забруднення [19].

Для земель із переважним забрудненням нафтопродуктами можливий інший варіант: *Sorghum bicolor* → *Phacelia tanacetifolia* → *Sinapis alba* → *Melilotus* spp. У цьому випадку сорго може бути використане на початковому етапі для стимулювання ризосферної деградації нафтових вуглеводнів, після чого фацелія сприятиме стабілізації поверхні ґрунту та пригніченню бур'янів. Біла гірчиця може виконувати сидеральну і фітосанітарну функції, а буркун – завершувати цикл із забезпеченням біологічного збагачення ґрунту азотом.

Запропоновані ротації не слід розглядати як універсальні схеми, придатні для будь-яких порушених земель. Їх склад має визначатися за результатами попередньої оцінки фізичного стану ґрунту та виду і рівня забруднення. Ефективність відновлення доцільно контролювати за комплексом показників: щільністю будови, опором пенетрації, пористістю і водопроникністю, розвитком кореневої системи рослин, а для забруднених ділянок – також за вмістом загальних і біодоступних форм металів або фракцій нафтових вуглеводнів.

Отже, інтеграція фіторемедіаційних і сидеральних культур у короткоротаційні сівозміни може бути перспективним елементом біологічного відновлення порушених ґрунтів. Потенційною перевагою такого підходу є поєднання кількох механізмів дії – фітостабілізації та фітоекстракції забруднювачів, ризодеградації органічних полютантів, біологічного збагачення ґрунту азотом, надходження органічної речовини та фітосанітарного оздоровлення. При цьому найбільш обґрунтованим є диференційований підхід, за якого структура сівозміни формується відповідно до конкретного типу деградації земель. Практична перевірка таких моделей у польових умовах дасть можливість уточнити оптимальну послідовність культур і кількісно оцінити

темпи відновлення фізичних та хіміко-токсикологічних властивостей ґрунту. Запропоновані моделі орієнтовані переважно на ґрунти з фізичною деградацією, забрудненням важкими металами та нафтовими вуглеводнями, тоді як підходи до відновлення ґрунтів, забруднених залишками вибухових речовин, потребують окремого дослідження.

Література

1. Чайка Т. О., Короткова І. В. Відновлення родючості ґрунту в Україні після воєнних дій. *Захист і відновлення екологічної рівноваги та забезпечення самовідновлення екосистем* : колективна монографія / за заг. ред. Т. О. Чайки. Полтава : Астрая, 2023. С. 232–281.

2. Leewis M.-C., Kasanke C., Uhlik O., Leigh M. B. Long-term legacy of phytoremediation on plant succession and soil microbial communities in petroleum-contaminated sub-Arctic soils. *SOIL*. 2024. Vol. 10. P. 551–566. DOI: https://doi.org/10.5194/soil-10-551-2024.

3. Martynova N., Kolombar T. Phytoremediation technologies promising for the restoration of agricultural lands damaged by military actions. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2025. Vol. 16, No. 3. Art. e25155. DOI: https://doi.org/10.15421/0225155.

4. Чайка Т. О., Шевніков М. Я., Ратошнюк В. І., Ляшенко В. В. Відновлення біопродуктивності агроценозів на деокупованих територіях Снігурівської громади Миколаївської області: оцінка пошкоджень і підбір фіторемедіантів. *Збалансоване природокористування*. 2026. № 2. С. 141–154. DOI: https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2026.363731.

5. Chaika T., Shevnikov M., Stetsenko A., Liashenko V. Conceptual model for post-war agricultural land restoration with integration of bioenergy technologies. *Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*. 2026. Vol. 22, No. 2. P. 65–89. DOI: https://doi.org/10.31548/dopovidi/2.2026.65.

6. Cresswell H. P., Kirkegaard J. A. Subsoil amelioration by plant roots – the process and the evidence. *Australian Journal of Soil Research*. 1995. Vol. 33, No. 2. P. 221–239. DOI: https://doi.org/10.1071/SR9950221.

7. Ning T., Liu Z., Hu H., Li G., Kuzyakov Y. Physical, chemical and biological subsoiling for sustainable agriculture. *Soil and Tillage Research*. 2022. Vol. 223. Art. 105490. DOI: https://doi.org/10.1016/j.still.2022.105490.

8. Vanderhasselt A., Steinwidder L., D'Hose T., Cornelis W. Opening up the subsoil: subsoiling and bio-subsoilers to remediate subsoil compaction in three fodder crop rotations on a sandy loam soil. *Soil and Tillage Research*. 2024. Vol. 237. Art. 105956. DOI: https://doi.org/10.1016/j.still.2023.105956.

9. Al Chami Z., Amer N., Al Bitar L. et al. Potential use of *Sorghum bicolor* and *Carthamus tinctorius* in phytoremediation of nickel, lead and zinc. *International Journal of Environmental Science and Technology*. 2015. Vol. 12. P. 3957–3970. DOI: https://doi.org/10.1007/s13762-015-0823-0.

10. Ofori-Agyemang F., Burges A., Waterlot C., Lounès-Hadj Sahraoui A., Tisserant B., Mench M., Oustrière N. Phytomanagement of a metal-contaminated

agricultural soil with *Sorghum bicolor*, humic/fulvic acids and arbuscular mycorrhizal fungi near the former Pb/Zn Metaleurop Nord smelter. *Chemosphere*. 2024. Vol. 362. Art. 142624. DOI: https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2024.142624.

11. Ma D., Xu J., Zhou J., Ren L., Li J., Zhang Z., Xia J., Xie H., Wu T. Using sweet sorghum varieties for the phytoremediation of petroleum-contaminated salinized soil: a preliminary study based on pot experiments. *Toxics*. 2023. Vol. 11, No. 3. Art. 208. DOI: https://doi.org/10.3390/toxics11030208.

12. Banks M. K., Kulakow P., Schwab A. P., Chen Z., Rathbone K. Degradation of crude oil in the rhizosphere of *Sorghum bicolor*. *International Journal of Phytoremediation.* 2003. Vol. 5, No. 3. P. 225–234. DOI: https://doi.org/10.1080/713779222.

13. Bruning B., van Logtestijn R., Broekman R., de Vos A., Parra González A., Rozema J. Growth and nitrogen fixation of legumes at increased salinity under field conditions: implications for the use of green manures in saline environments. *AoB PLANTS*. 2015. Vol. 7. Art. plv010. DOI: https://doi.org/10.1093/aobpla/plv010.

14. Nogués I., Passatore L., Bustamante M. Á., Pallozzi E., Luz J., Traquete F., Ferreira A. E. N., Sousa Silva M., Cordeiro C. Cultivation of *Melilotus officinalis* as a source of bioactive compounds in association with soil recovery practices. *Frontiers in Plant Science*. 2023. Vol. 14. Art. 1218594. DOI: https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1218594.

15. Ліщук А. М., Городиська І. М., Терновий Ю. В., Кравчук Ю. А. Вплив сидерації на агрофізичні властивості ґрунту в умовах органічного землеробства. *Збалансоване природокористування*. 2025. № 4. С. 135–143. DOI: https://doi.org/10.33730/2310-4678.4.2025.346184.

16. Kholboev B., Japakov N., Fayziev K., Esanbaeva N., Alibekov M. Effect of siderate crops on soil volume and porosity. *American Journal of Applied Science and Technology*. 2025. Vol. 5, No. 5. P. 39–42. DOI: https://doi.org/10.37547/ajast/Volume05Issue05-09.

17. Ziouche S., Kelaleche H., Bourahla A., Djazouli Z. E. The biofumigation potential of wild radish (*Raphanus Raphanustrum*) and field mustard (*Sinapis Arvensis*) in controlling some phytoparisitic nematodes. *Journal of Advanced Zoology*. 2023. Vol. 44, No. 5. P. 116–127. DOI: https://doi.org/10.17762/jaz.v44i5.2572.

18. Gerhards R., Schumacher M., Merkle M., Malik W. A., Piepho H.-P. A new approach for modelling weed suppression of cover crops. *Weed Research*. 2024. Vol. 64, No. 3. P. 219–226. DOI: https://doi.org/10.1111/wre.12627.

19. Ciaramella B. R., Corinzia S. A., Cosentino S. L., Testa G. Phytoremediation of heavy metal contaminated soils using safflower. *Agronomy*. 2022. Vol. 12, No. 10. Art. 2302. DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy12102302.

БІОЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ МІНІМІЗАЦІЇ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В СІВОЗМІНАХ СТЕПОВОЇ ЗОНИ

Шевченко М. С., д. с.-г. н., професор
Швець Н. В., головний фахівець
Державна установа Інститут зернових культур НААН України,
м. Дніпро, Україна

У посушливих умовах Степу України продуктивність культур визначається здатністю сівозміни та системи обробітку ґрунту накопичувати й утримувати доступну рослинам вологу. Мінімізація обробітку зменшує технологічні операції та енерговитрати, але може супроводжуватися ущільненням орного шару. Тому її слід оцінювати одночасно за водним режимом, урожайністю та енергетичною віддачею.

Мета досліджень – встановити закономірності зміни запасів доступної вологи, агрофізичного стану ґрунту та біоенергетичної ефективності культур за різних систем основного обробітку в короткоротаційних сівозмінах степової зони України.

Стаціонарні польові досліди проводили у 2017–2021 рр. на базі Державної установи «Інститут зернових культур» НААН України та інших дослідних ділянок степової зони. Вивчали зерно-паро-просапну сівозміну (чорний пар – пшениця озима – соняшник – ячмінь ярий – кукурудза на зерно) і зерно-просапну сівозміну (горох – пшениця озима – соняшник – ячмінь ярий – кукурудза на зерно). Порівнювали оранку, чизельний, дисковий обробіток і технологію No-till. Запаси доступної вологи визначали в шарах 0–50, 0–100 і 0–150 см на початку вегетації, у ключові фази розвитку та перед збиранням.

На чорному пару запаси доступної вологи в шарі 0–150 см протягом вегетації становили 181–184 мм за оранки, 180–185 мм за чизельного обробітку, 176–180 мм за дискування та 170–175 мм за No-till. У посівах культур максимальні запаси за глибокої оранки і чизелювання досягали 201–202 мм, тоді як за мілкого дискового та нульового обробітку – 193–198 мм. Це свідчить, що зменшення інтенсивності механічного впливу скорочувало енерговитрати, але водночас змінювало умови накопичення вологи.

Вплив попередника проявлявся особливо виразно у посівах пшениці озимої. Перед сівбою у шарі 0–50 см після чорного пару містилося 64–68 мм доступної вологи залежно від способу обробітку, тоді як після гороху – лише 22–28 мм. На початку весняної вегетації після пару запаси зростали до 67–72 мм, після гороху – до 63–68 мм. За мінімалізації обробітку після гороху доступна волога перед сівбою зменшувалася на 18–21%, що обмежувало формування стартової густоти посіву.

У виробничій перевірці 2021–2023 рр. глибоке чизельне розпушування (30–32 см) забезпечило врожайність пшениці озимої 6,24 т/га, оранка на 23–25 см – 6,17 т/га, а мілке дискування на 10–12 см – 5,72 т/га. Польова схожість за цих варіантів становила відповідно 96,5; 97,1 та 90,3%. Чизельний обробіток

поєднав збереження рослинної мульчі й глибоке розпушування з меншими витратами: рівень рентабельності досягав 143,3%, за оранки – 130,7%, за мілкого дискування – 126,7 %.

Біоенергетичний аналіз середніх даних за 2019–2021 рр. показав, що за вирощування пшениці озимої без добрив перехід від оранки до No-till зменшував сукупні енерговитрати з 10,29 до 8,96 ГДж/га, а енергоємність 1 т зерна – з 2,20 до 2,03 ГДж. Урожайність при цьому знижувалася з 4,68 до 4,41 т/га, але коефіцієнт енергетичної ефективності зростав із 7,48 до 8,10. За внесення $N_{45}P_{45}K_{45}$ чизельний обробіток забезпечував 5,05 т/га зерна за витрат 12,36 ГДж/га та коефіцієнта 6,72, тоді як за оранки – 5,27 т/га, 13,07 ГДж/га і 6,63.

Для кукурудзи на зерно за мінерального живлення $N_{45}P_{45}K_{45}$ оранка забезпечувала 6,55 т/га, 10,51 ГДж/га витрат і коефіцієнт енергетичної ефективності 9,97. Чизельний обробіток формував 6,22 т/га за 9,89 ГДж/га і коефіцієнта 10,06, а No-till – 6,09 т/га за 9,15 ГДж/га і коефіцієнта 10,65. Енергоємність 1 т зерна відповідно становила 1,61; 1,59 та 1,50 ГДж. Отже, зменшення витрат за No-till компенсувало частину втрати врожаю, але знижувало абсолютний приріст валової енергії порівняно з оранкою.

Результати свідчать про відсутність універсального способу обробітку для всіх культур. Глибоке чизелювання стабілізувало врожайність пшениці при менших витратах, ніж оранка. No-till мав перевагу за питомою енергоємністю, але його ефективність залежала від попередника, запасів вологи та фітосанітарного стану. Технологію слід добирати за узгодженням водозбереження, продуктивності та енергетичного балансу.

Висновки. У степових сівозмінах попередник і глибина основного обробітку істотно змінювали запаси доступної вологи та продуктивність культур. За вирощування пшениці озимої найкраще поєднання врожайності, польової схожості та рентабельності забезпечило чизелювання на 30–32 см. Водночас No-till знижував енерговитрати й енергоємність одиниці зерна, особливо у посівах кукурудзи. Обґрунтована мінімізація має передбачати диференційований вибір системи обробітку з урахуванням попередника і водного режиму ґрунту.

Література

1. Тараріко Ю. О. Енергетична оцінка систем землеробства і техно-логій вирощування сільськогосподарських культур: методичні рекомендації. Київ: Нора-прінт, 2001. 60 с.
2. Ушкаренко В. О., Нікішенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві: навчальний посібник. Херсон: Айлант, 2008. 272 с.

АГРОЦЕНОТИЧНА РЕАКЦІЯ СОЇ НА РІЗНУ ІНТЕНСИВНІСТЬ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Яценко В. В., д. с.- г. н., доцент кафедри рослинництва ім. О. І. Зінченка
Горбенко В. С., здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти (доктор філософії) кафедри рослинництва ім. О. І. Зінченка,
Уманський національний університет,
м. Умань, Україна

Сучасні тенденції розвитку землеробства передбачають поступове зменшення інтенсивності механічного обробітку ґрунту, що зумовлено необхідністю скорочення енергетичних витрат, збереження ґрунтової вологи, обмеження деградаційних процесів і підвищення стійкості агроценозів до посилення кліматичних ризиків. Водночас перехід від традиційного обробітку до мінімізованих технологій істотно змінює умови проростання насіння бур'янів, просторовий розподіл їх репродуктивних органів у ґрунтовому профілі та конкурентні взаємовідносини в агрофітоценозі. Для сої ця проблема набуває особливого значення через її порівняно низьку конкурентоспроможність щодо сегетальної рослинності на початкових етапах онтогенезу. Дослідження підтверджують, що система обробітку ґрунту є одним із визначальних чинників формування структури бур'янового компонента посівів, а ефективність контролю окремих видів залежить від способу основного обробітку [1, 2].

Мета дослідження полягала у встановленні особливостей формування забур'яненості та врожайності сої залежно від системи обробітку ґрунту та гербіцидного захисту в умовах Лісостепу України.

Польові дослідження проводили на дослідному полі Уманського національного університету на чорноземі опідзоленому важкосуглинкового гранулометричного складу. Дослід закладено за схемою split-plot у чотириразовій повторності. Вивчали традиційну систему обробітку ґрунту, мінімізований поверхневий обробіток (mini-till) та стрічковий обробіток (strip-till). Об'єктами дослідження були середньостиглі сорти сої ЕС Ментор і Паллада. Норма висіву становила 450 тис. схожих насінин/га. Для об'єктивного оцінювання впливу обробітку ґрунту на сегетальну рослинність використовували також ділянки без застосування гербіцидів.

Установлено, що система обробітку ґрунту істотно модифікувала кількісні та структурні параметри бур'янового ценозу. Домінантним видом у посівах був мишій сизий (*Setaria pumila*), середня чисельність якого становила 13,06 рослин/м^2, а найбільші значення – 15–16 рослин/м^2 – зафіксовано за mini-till. Частка цього виду в структурі забур'яненості зростала від 37% за традиційного обробітку до 43% за mini-till і 47% за strip-till. Натомість частка осоту польового (*Cirsium arvense*) зменшувалася відповідно з 16 до 4 і 2%, а за strip-till його чисельність становила лише 0–1 рослину/м^2. Отже, мінімізація механічного втручання спричиняла перебудову сегетального ценозу в напрямі

збільшення ролі окремих однорічних видів за одночасного обмеження поширення багаторічних коренепаросткових бур'янів.

Особливо чітко вплив досліджуваних систем проявлявся за показником фітомаси бур'янів. За mini-till вона становила 52,0–54,7 г/м^2, перевищуючи традиційну систему на 25,9–30,9%. Натомість за strip-till маса сегетальної рослинності знижувалася до 39,8–40,5 г/м^2, що було на 22,1–27,2% менше порівняно з mini-till. Таким чином, саме стрічковий обробіток забезпечував найбільш ефективне обмеження накопичення бур'янової фітомаси, тоді як поверхнева мінімізація обробітку посилювала конкурентне навантаження на культурні рослини.

Реакція врожайності сої визначалася комплексною взаємодією системи обробітку ґрунту, сортових особливостей і гербіцидного захисту. За застосування гербіцидів середня врожайність становила 2,46 т/га, а максимальний показник – 2,63 т/га – одержано у сорту Паллада за традиційного обробітку. Перехід до mini-till та strip-till за ефективного хімічного контролю бур'янів знижував продуктивність лише на 4,6–6,9%. Значно виразнішими були відмінності на безгербіцидному фоні, де середня врожайність зменшувалася до 1,81 т/га. За таких умов перевагу мав strip-till: урожайність ЕС Ментор становила 2,46 т/га, Паллади – 1,65 т/га, що перевищувало традиційну систему відповідно на 12,8 і 19,9%.

Отже, реакція сої на інтенсивність обробітку ґрунту істотно залежить від рівня контролю сегетальної рослинності. За гербіцидного захисту перевагу за врожайністю зберігала традиційна система, тоді як за відсутності гербіцидів більш ефективним виявився strip-till, який поєднував зменшення бур'янової фітомаси зі стабілізацією продуктивності культури. Mini-till, навпаки, сприяв найбільшому накопиченню фітомаси бур'янів, що підвищує ризик конкурентного пригнічення сої. Одержані результати свідчать про перспективність диференційованого застосування strip-till як елемента адаптивної технології вирощування сої, особливо за орієнтації на скорочення гербіцидного навантаження.

Література

1. Gawęda D., Haliniarz M., Bronowicka-Mielniczuk U., Łukasz J. Weed infestation and health of the soybean crop depending on cropping system and tillage system. *Agriculture*. 2020. Vol. 10. Article 208. DOI: https://doi.org/10.3390/agriculture10060208

2. Huang Q., Gong Y., Li P., Dewi R. K., Komatsuzaki M. The effects of tillage systems and cover crops on soil quality and soybean yield. *Agriculture*. 2024. Vol. 14, No. 12. Article 2119. DOI: https://doi.org/10.3390/agriculture14122119

СЕКЦІЯ 5. ІННОВАЦІЙНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ГАЛУЗІ ГЕОДЕЗІЇ, ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

SECTION 5. INNOVATIVE TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF GEODESY, LAND MANAGEMENT, AND NATURAL RESOURCE MANAGEMENT

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У ЗЕМЕЛЬНОМУ КАДАСТРІ ТА УПРАВЛІННІ ЗЕМЕЛЬНИМИ РЕСУРСАМИ

Боровик П. М., к. е. н., доцент
Удовенко І. О., к. е. н., доцентка
Кирилюк В. П., к. с.-г. н., доцент
Уманський національний університет,
м. Умань, Україна

Цифрова трансформація системи управління земельними ресурсами формує нові вимоги до методів отримання, перевірки, систематизації та трактування відомостей про них. Поряд з цим, масиви інформації, отриманої в процесі кадастрового обліку та кадастрової реєстрації земель, потребують верифікації та зіставлення з даними, отриманими з інших джерел. Саме тому перспективним напрямом майбутньої кадастрової діяльності є грамотне інтегрування технологій штучного інтелекту з геоінформаційними системами та дистанційним зондуванням землі.

Земельний кадастр сьогодення вже не є виключно сукупністю відомостей про земельні ділянки. Сучасні цифрові кадастрові системи поступово перетворюються на інформаційне середовище, у якому поєднується геопросторова та атрибутивна інформація про землі: відомості про землекористування, результати геодезично-землевпорядних вимірювань, матеріали аерокосмічного знімання та інша як топографічно-картографічна, так і статистично-економічна інформація. За таких умов закономірно виникає потреба в технологіях, здатних працювати не лише з окремими записами стосовно земельних ділянок та їх використання, але й із великими взаємопов'язаними масивами різноманітних даних некадастрового походження.

За таких обставин штучний інтелект може виконувати роль аналітичного компонента кадастрової інформаційної системи. Нейромережеві алгоритми здатні виявляти закономірності у базах просторових та атрибутивних даних, розподіляти і класифікувати землі та території за певними характеристиками, розпізнавати об’єкти на зображеннях і виявляти нетипові ситуації в землекористуванні. В процесі виконання земельнокадастрових робіт це дає змогу автоматизовано опрацьовувати інформацію, яка не так давно вимагала значних затрат праці та часу.

Крім того, перспективним є використання нейромереж з метою аналізу

матеріалів дистанційного зондування Землі. Отримані завдяки використанню цієї технології знімки слугують надійним джерелом інформації про фактичний стан досліджуваної території. Після обробки зазначених знімків нейромережеві алгоритми здатні розрізняти різні типи земного покриву, локалізувати окремі просторові об'єкти та ідентифікувати трансформації, які з ними відбулися в періоди між виконаними зніманнями [1, 2].

Штучні нейронні мережі доцільно також використовувати з метою перевірки актуальності кадастрової інформації. Наприклад, результати автоматизованого аналізу зображень дають змогу фахівцям виокремити ділянки, на яких фактична ситуація не відповідає наявним кадастрово-інформаційним записам. При цьому остаточне рішення щодо юридичного статусу такої земельної ділянки або внесення змін до кадастрових відомостей про неї не повинно прийматися штучним інтелектом і має залишатися за фахівцями з геопросторового аналізу, оскільки результат нейромережевого дослідження сам по собі не може замінити відповідні процедури [1].

Також інтелектуальні алгоритми доцільно використовувати з метою пошуку аномальних конфігурацій, потенційних накладень, невідповідностей атрибутивних характеристик та інших розбіжностей даних, отриманих з різних джерел, які потребують додаткової перевірки. Такий підхід дає змогу суттєво автоматизувати контрольні заходи в геодезично-землевпорядній сфері.

Крім того, якщо до попередньо налаштованої нейромережевої аналітичної системи регулярно надходять часові ряди супутникових даних разом із кадастровими та іншими просторовими відомостями, то вона цілком здатна прогнозувати тенденції розвитку відповідної території. Результати такого прогнозування можуть бути використані в процесах просторового планування, підготовки програм розвитку громад, оцінювання перспектив використання земель та визначення територій, які потребують посиленого їх моніторингу [1].

Зауважимо також, що працівники органів місцевого самоврядування постійно працюють з великим спектром різноманітної земельної та пов'язаної з нею інформації, необхідної для належного планування територій, формування дохідної частини місцевих бюджетів, контролю землекористування та прийняття рішень щодо використання земель комунальної власності. Інтелектуальна обробка перелічених даних може забезпечити набагато швидше отримання аналітичної інформації та сприяти виявленню земель, які поки-що недостатньо ефективно використовуються.

Окремої уваги потребує застосування алгоритмів штучного інтелекту в процесі відновлення земель і територій, що зазнали негативного впливу від воєнних дій. Їх використання дає змогу оперативно визначати характер просторових змін, встановлювати масштаби (площі) порушених земель та формувати інформаційну основу для подальшого їх відновлення. Автоматизована обробка даних може значно полегшити процес картографування змінених під час війни територій і встановлення ділянок, які потрібно більш детально обстежити.

Водночас нейромережева автоматизація кадастрової аналітики сприяє

формуванню нових вимог до організації роботи з даними. Недостатній рівень точності та якості аналізованої інформації, помилки у геопросторових матеріалах або обмеженість статистичних вибірок можуть призвести до неточних та помилкових результатів. Тому впровадження штучного інтелекту в земельнокадастровій сфері має супроводжуватися системою верифікації даних, регулярним тестуванням самої аналітичної моделі та професійним контролем отриманих результатів.

Таким чином, перспективи використання штучного інтелекту в земельному кадастрі пов'язані передусім із переходом від простого накопичення та обліку кадастрової інформації до її інтелектуального опрацювання. Грамотне поєднання нейромережевих технологій, геоінформаційних систем, дистанційного зондування та геодезично-землевпорядних робіт здатне сформувати нові механізми ленд-менеджменту та оперативного контролю за станом земельних ресурсів. В Україні такі цифрові інструменти можуть бути використані як з метою модернізації самої кадастрової системи, так і з ціллю інформаційного забезпечення відновлення та подальшого раціонального використання земель.

Література

1. Боровик П. М., Удовенко І. О., Рудий Р. М., Іванчук О. М., Піщана С. В. Геоінформаційні технології в земельнокадастрових роботах та управлінні земельними ресурсами і ринком земель. *Здобутки економіки: перспективи та інновації.* 2025. № 18. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.15503163.

2. Боровик П. М., Крочак О. І., Коротєєв М. А., Рудий Р. М., Іванчук О. М. Ефективні кадастровий та бухгалтерський облік – важливі передумови земельного ринку, оподаткування та управління земельними ресурсами. *Здобутки економіки: перспективи та інновації*. 2025. № 17. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.15332438.

СТИМУЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ НА ПРИНЦИПАХ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ

Бочко О. І., к. е. н., доцент
Львівський національний університет ветеринарної медицини
та біотехнологій імені С.З. Гжицького
м. Львів, Україна

Сучасний розвиток землекористування має базуватися на поєднанні економічної результативності господарської діяльності з вимогами охорони земель, відтворення родючості ґрунтів та збереження природних екосистем. В умовах інтенсивного сільськогосподарського освоєння території України особливої ваги набуває екологізація землекористування, що передбачає

впровадження таких організаційно-правових, економічних і технологічних підходів, які мінімізують негативний вплив господарювання на земельні ресурси.

Екологізація землекористування є процесом переорієнтації земельних відносин і практик використання земель на принципи сталого розвитку, раціональності, екологічної безпеки та відповідальності землевласників і землекористувачів. Її метою є не лише запобігання деградації ґрунтів, а й забезпечення здатності земель виконувати виробничі, природоохоронні, соціальні та просторові функції. Земля є обмеженим і незамінним природним ресурсом, тому її використання повинно здійснюватися з урахуванням природних властивостей, екологічної стійкості та господарської придатності конкретної території [1].

Однією з основних передумов екологізації є зниження рівня деградації земель. Найпоширенішими негативними процесами є водна та вітрова ерозія, виснаження ґрунтів, зменшення вмісту гумусу, ущільнення, забруднення, засолення, підтоплення і порушення структури земельного покриву. Такі явища призводять до втрати продуктивності сільськогосподарських угідь, зростання виробничих витрат і погіршення екологічного стану територій. Саме тому система стимулювання повинна спонукати користувачів земель до реалізації ґрунтозахисних, меліоративних, рекультиваційних та природоохоронних заходів [2].

Важливими економічними інструментами стимулювання екологічно орієнтованого землекористування є диференційоване оподаткування, пільгове кредитування, фінансова підтримка, компенсація витрат і державне співфінансування природоохоронних проєктів. Доцільним є надання податкових пільг або часткової компенсації витрат суб’єктам господарювання, які запроваджують органічне виробництво, точне землеробство, мінімальний або нульовий обробіток ґрунту, науково обґрунтовані сівозміни, контурне землеробство, залуження схилових земель, створення лісосмуг і буферних зон. Такий підхід дає змогу перетворити екологічні вимоги з формального обов’язку на економічно доцільний напрям діяльності.

Перспективним напрямом є запровадження механізму платежів за екосистемні послуги. Землекористувачі, які підтримують полезахисні лісосмуги, охороняють прибережні захисні смуги, відновлюють водно-болотні угіддя, зберігають природні луки або здійснюють консервацію деградованих земель, забезпечують суспільно важливі екологічні функції. Такі функції охоплюють регулювання водного режиму, збереження біорізноманіття, поглинання вуглецю, запобігання ерозії та формування сприятливого мікроклімату. Відповідно, їх підтримка має здійснюватися через цільові програми, місцеві бюджети, екологічні фонди та механізми державно-приватного партнерства [3].

Необхідною складовою стимулювання є територіально диференційований підхід до планування землекористування. Використання земель повинно відповідати їх природним характеристикам: типу ґрунтів, рельєфу, крутості схилів, зволоженню, ризикам ерозії, наявності водних об’єктів та екологічній

цінності території. На землях із високою ймовірністю ерозійних процесів варто обмежувати інтенсивний обробіток і передбачати залуження, лісорозведення, контурне розміщення посівів або консервацію. У межах водоохоронних зон необхідно забезпечувати дотримання встановленого режиму використання земель і мінімізувати застосування засобів хімізації [4].

Цифрові технології значно підвищують ефективність контролю та управління земельними ресурсами. Геоінформаційні системи, супутникові знімки, безпілотні літальні апарати, технології глобальних навігаційних супутникових систем і методи дистанційного зондування Землі дозволяють здійснювати систематичний моніторинг стану земель. На основі просторових даних можливо своєчасно виявляти осередки деградації, зміни земного покриву, порушення меж землекористування, розорювання природних територій, підтоплення та інші негативні процеси. Це забезпечує обґрунтоване прийняття управлінських рішень, адресне застосування стимулів і контроль результативності природоохоронних заходів [5].

Важливою умовою дієвості запропонованих інструментів є поєднання економічного стимулювання з ефективним державним і громадським контролем. Землекористувачі, які дотримуються вимог охорони земель та впроваджують екологічно безпечні технології, мають отримувати реальні фінансові й організаційні переваги. Водночас порушення вимог щодо раціонального використання та охорони земель повинні супроводжуватися належною відповідальністю й відшкодуванням завданої шкоди. Для цього необхідні відкритість земельної інформації, удосконалення моніторингу, розвиток екологічної освіти та дорадництва для територіальних громад і сільськогосподарських виробників.

Отже, стимулювання розвитку землекористування на принципах екологізації має бути комплексним і поєднувати фінансово-економічні, правові, організаційні, просторово-планувальні та цифрові інструменти. Пріоритетними заходами є підтримка ґрунтозахисних технологій, упровадження платежів за екосистемні послуги, диференціація економічних стимулів залежно від екологічного стану земель, застосування геоінформаційного моніторингу та посилення відповідальності за деградацію земель. Їх практична реалізація сприятиме збереженню родючості ґрунтів, відновленню порушених ландшафтів, зниженню екологічних ризиків і формуванню сталого землекористування в Україні.

Література

1. Земельний кодекс України : Закон України від 25 жовт. 2001 р. № 2768-III. Відомості Верховної Ради України. 2002. № 3–4. Ст. 27.

2. Про охорону земель : Закон України від 19 черв. 2003 р. № 962-IV. Відомості Верховної Ради України. 2003. № 39. Ст. 349.

3. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року : Закон України від 28 лют. 2019 р. № 2697-VIII. Відомості Верховної Ради України. 2019. № 16. Ст. 70.

4. Про затвердження Порядку розроблення схем планування території району, території територіальної громади та їх складових : постанова Кабінету Міністрів України від 1 верес. 2021 р. № 926. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/926-2021-%D0%BF#Text (дата звернення: 15.09.2026).

5. Третяк А. М., Третяк В. М., Прядка Т. М. Землеустрій в Україні: упорядкування землеволодінь і землекористувань та організація території сільськогосподарських підприємств : монографія. Херсон : Грінь Д. С., 2016. 200 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ РОБІТ ІЗ ЗЕМЛЕУСТРОЮ ЩОДО ЗЕМЕЛЬ ВОДНОГО ФОНДУ НА ЗАГАЛЬНОДЕРЖАВНОМУ ТА РЕГІОНАЛЬНОМУ РІВНЯХ

Бульба І. О., к. с.-г. н., старший викладач
Миколаївський національний аграрний університет,
м. Миколаїв, Україна

Землі водного фонду України формують одну з найважливіших природно ресурсних категорій, яка забезпечує збереження поверхневих і підземних вод, регулювання водного балансу, розвиток гідроенергетики, меліорації та водогосподарського комплексу. За офіційною статистикою площа земель водного фонду становить близько 2,43 млн га що дорівнює приблизно 4,0% території України [1–6].

До водного фонду входять: річки озера водосховища штучні водойми меліоративні канали водоохоронні зони прибережні захисні смуги гідротехнічні споруди та землі під ними.

Гідрографічна мережа України охоплює понад 63 тис. річок загальною довжиною понад 206 тис. км, із яких лише близько 4% мають довжину понад 100 км. Найбільші річкові системи Дніпра, Дністра, Південного Бугу та Сіверського Дінця формують основу водного потенціалу країни. Україна також має приблизно 1100 водосховищ сумарною площею водного дзеркала понад 400 тис. га та понад 47 тис. ставків, які займають близько 120 тис. га. Понад 80% усіх штучних водойм створено у 1950–1980-х роках у рамках масштабної програми меліорації та гідротехнічного будівництва, що значною мірою зумовлює їх сучасний технічний стан, який у багатьох випадках можна оцінювати як критичний [4–6].

Важливу роль у формуванні водного балансу відіграють меліоративні землі, до складу яких входять системи каналів, колекторно-дренажні мережі, водосховищаі, насосні станції, магістральні канали та зрошувальні мережі. На початку 1990-х років в Україні функціонувало понад 2,3 млн га зрошуваних

земель та близько 3,2 млн га осушених територій, до 2022 року ефективно працювало лише близько 1,4 млн га зрошення, з яких орієнтовно 300 тис. га припадали на південні області, у тому числі Миколаївську. Понад 70% цих площ використовували воду Каховського водосховища, що подавалася Інгулецькою, Краснознам'янською та Південноукраїнською системами каналів [1–3].



Рис. 1. Частка водного фонду в структурі земель

Сучасний стан водних ресурсів країни ускладнюється тривалими періодами маловоддя та кліматичними змінами. За даними гідрометеорологічної служби, обсяг річкового стоку в Україні за останні 30 років зменшився на 12–15%, а в південних регіонах – на 20–25%. У 35–40% річок спостерігається зменшення середньорічної водності, тоді як кількість дрібних пересихаючих річок зросла приблизно на 18%. Значна частина ставків і штучних водойм зазнають замулення, зменшення площі водного дзеркала та порушення гідрологічної рівноваги [4–6].

Аналіз фактичного стану використання земельної ділянки засвідчив, що тривалий час її правовий статус не відповідав сучасним вимогам земельного та водного законодавства, хоча право постійного користування було оформлено ще у 1990-х роках, земельна ділянка тривалий період не мала кадастрового номера, а її межі не були відображені у Державному земельному кадастрі. У результаті виникали потенційні ризики накладання проектованих та вже сформованих земельних ділянок приватної власності, ускладнювались процедури планування та управління земельними ресурсами, а також виникали труднощі в правовому забезпеченні експлуатації гідротехнічних споруд.

Упродовж останніх десятиліть відбувалися суттєві трансформації земельного фонду території. Частина прилеглих сільськогосподарських угідь була приватизована, сформовані земельні ділянки громадян, які використовуються як рілля, сіножаті або пасовища. При цьому без належного

кадастрового виділення земель водного фонду зростала небезпека фактичного розширення сільськогосподарського використання до берегової лінії, розорювання схилів, випасання худоби на схилах балок, що посилює процеси ерозії ґрунтів і замулення водосховища. Таким чином, відсутність чіткого кадастрового оформлення земель водного фонду мала як правові, так і екологічні наслідки.

Землі водного фонду є важливою складовою земельних ресурсів України та відіграють особливу роль у функціонуванні водогосподарського комплексу, забезпеченні зрошення сільськогосподарських угідь, регулюванні водного режиму територій та підтриманні екологічної рівноваги. Належне кадастрове оформлення таких земель забезпечує правову визначеність землекористування, достовірність відомостей про площу та межі земельних ділянок, а також створює передумови для ефективного управління водогосподарською інфраструктурою.

Особливої актуальності питання кадастрового забезпечення земель водного фонду набуває для південних областей України, де зрошення є важливою складовою стабільного функціонування аграрного виробництва. Воєнні дії, пошкодження та руйнування водогосподарських об'єктів, а також прояви посух і кліматичних змін зумовлюють необхідність збереження та відновлення локальних систем водозабезпечення. У таких умовах формування земельних ділянок водного фонду та внесення відповідних відомостей до Державного земельного кадастру є важливою передумовою їх подальшого ефективного використання.

Метою дослідження було обґрунтувати значення кадастрового забезпечення формування земельної ділянки водного фонду площею 40 га, яка перебуває у постійному користуванні Управління каналів річки Інгулець, для правового, економічного та екологічного забезпечення функціонування системи зрошення в межах Снігурівської міської ради Баштанського району Миколаївської області.

Об'єктом дослідження була земельна ділянка водного фонду, призначена для експлуатації та догляду за водними об'єктами (код цільового призначення КВЦПЗ 10.01). Правовою підставою користування земельною ділянкою є державний акт на право постійного користування землею серії І-МК №002337 від 25.02.2002 р., виданий Управлінню зрошувальних систем відповідно до рішення Снігурівської міської ради. Первісна площа земельної ділянки за державним актом становила орієнтовно 46,67 га.

Формування земельної ділянки здійснювалося шляхом розроблення технічної документації із землеустрою щодо встановлення (відновлення) меж земельної ділянки в натурі (на місцевості). Під час виконання землевпорядних робіт проведено комплекс топографо-геодезичних та кадастрових робіт із застосуванням сучасних GNSS-технологій.

Кадастрову зйомку виконано у масштабі 1:10000 із використанням двочастотного GNSS-приймача Leica GG04 plus та прив'язкою до пунктів державної геодезичної мережі. Для геодезичного забезпечення використано пункти «Снігурівка» (L360951800), «Юр'ївка» (L360952400) та «Бурханівка»

(L360922100). Оброблення результатів геодезичних вимірювань здійснювалося у спеціалізованому програмному забезпеченні LandStar 8.

За результатами кадастрової зйомки встановлено фактичні межі земельної ділянки та визначено її площу, яка становить 40 га. Зменшення площі порівняно з даними державного акта зумовлено уточненням фактичних меж земельної ділянки в процесі виконання сучасних топографо-геодезичних робіт. Управління каналів річки Інгулець надало письмову згоду на зменшення площі земельної ділянки.

У межах земельної ділянки поворотні точки меж 1–79 збігаються з природними та штучними орієнтирами місцевості, зокрема захисними лісосмугами, греблями, польовими дорогами та прогонами, це забезпечує можливість чіткого визначення меж земельної ділянки в натурі та полегшує їх подальшу ідентифікацію. З огляду на наявність стійких природних та інженерних меж необхідність встановлення додаткових межових знаків не передбачалася.

На основі отриманих геодезичних даних сформовано каталог координат поворотних точок меж земельної ділянки, кадастровий план, експлікацію земельних угідь та відомості про обмеження у використанні земель. У структурі земельної ділянки представлені водна поверхня ставків, пасовища, захисні лісові насадження лінійного типу, а також землі технічної інфраструктури, зокрема дамби, проїзди та гідротехнічні споруди.

Особливе значення під час кадастрового оформлення земель водного фонду має встановлення та відображення водоохоронних обмежень. У межах досліджуваної земельної ділянки передбачено врахування прибережної захисної смуги та відповідних обмежень у використанні земель. Відомості про обмеження підлягають відображенню у кадастровій документації та внесенню до Державного земельного кадастру, це створює правові передумови для запобігання розорюванню прибережних територій, надмірному антропогенному навантаженню, забрудненню водних об’єктів та процесам замулення.

Аналіз використання земельної ділянки засвідчив, що тривала відсутність її повноцінного кадастрового оформлення створювала ризики накладання із суміжними сформованими земельними ділянками, ускладнювала планування використання земельних ресурсів та правове забезпечення експлуатації гідротехнічних споруд. Формування земельної ділянки та уточнення її меж дозволяє чітко розмежувати землі водного фонду із суміжними сільськогосподарськими угіддями.

Важливим результатом кадастрового забезпечення є створення достовірної інформаційної бази для управління земельною та водогосподарською інфраструктурою. Чітко визначені межі, площа, координати поворотних точок, структура земельних угідь та встановлені обмеження у використанні земель забезпечують можливість здійснення ефективного контролю за використанням земель водного фонду.

Економічну значущість сформованої земельної ділянки визначено також шляхом розрахунку її нормативної грошової оцінки, для земельної ділянки

площею 40 га, за прийнятих у дослідженні параметрів норматив капіталізованого рентного доходу становив 133 грн/м^2, коефіцієнт зональних факторів місцеположення – 1,2, коефіцієнт цільового призначення – 0,3, коефіцієнт особливостей використання – 0,9, а коефіцієнти Км1, Км2, Км3 та Кні прийнято на рівні 1.

За наведеними параметрами нормативну грошову оцінку земельної ділянки визначено за формулою:

$$Цн = Пд \times Нрд \times Км1 \times Км2 \times Км3 \times Км4 \times Кцп \times Кмц \times Кні.$$

Розрахункова нормативна грошова оцінка земельної ділянки становить 17 236 800 грн, або близько 17,24 млн грн. Отримане значення характеризує економічну цінність земельного ресурсу та може бути використане як один із показників для обґрунтування фінансування заходів із відновлення, утримання та модернізації водогосподарської інфраструктури.

Економічний ефект від належного кадастрового оформлення земель водного фонду проявляється не лише у визначенні вартості земельної ділянки, її функціонування у складі системи зрошення створює умови для стабільного водозабезпечення сільськогосподарських угідь, зменшення ризиків втрати врожаю в посушливі періоди та підвищення ефективності використання земель сільськогосподарського призначення.

Екологічний ефект формування земельної ділянки полягає у встановленні чітких меж земель водного фонду та водоохоронних обмежень, що сприяє збереженню водних ресурсів, зменшенню ерозійних процесів, запобіганню забрудненню та замуленню водойм. Захисні лісові насадження та прибережні території виконують важливі протиерозійні й водоохоронні функції, а їх відображення у кадастровій документації створює основу для належного режиму використання.

В умовах воєнного стану кадастрове оформлення земель водного фонду набуває додаткового значення. Пошкодження та порушення функціонування окремих елементів водогосподарської інфраструктури південних регіонів України посилюють необхідність збереження локальних джерел водопостачання та створення передумов для їх відновлення. Сформована земельна ділянка з визначеними межами та кадастровими характеристиками може бути використана як просторово-правова основа для планування реконструкції гідротехнічних споруд, відновлення системи зрошення та залучення бюджетних і міжнародних ресурсів.

Таким чином, результати дослідження підтверджують, що кадастрове забезпечення формування земельної ділянки водного фонду є комплексним інструментом управління земельними та водними ресурсами. Застосування GNSS-технологій під час кадастрової зйомки дозволило уточнити фактичні межі та площу земельної ділянки, а розроблення технічної документації створило основу для її подальшого кадастрового оформлення та правового захисту. Поєднання кадастрових, геодезичних, економічних та екологічних заходів сприяє ефективнішому використанню земель водного фонду та підтриманню функціонування системи зрошення в умовах Південного Степу України.

Висновки. Формування земельної ділянки водного фонду площею 40 га у межах Снігурівської міської ради забезпечило уточнення її фактичних меж, площі та просторових характеристик. Застосування GNSS-технологій і сучасних геодезичних методів дозволило сформувати каталог координат поворотних точок та кадастровий план земельної ділянки. Встановлення водоохоронних обмежень та відображення структури земельних угідь створюють правові й екологічні передумови для належного використання земель водного фонду. Розрахункова нормативна грошова оцінка земельної ділянки за прийнятими параметрами становить 17,24 млн грн. Кадастрове оформлення земель водного фонду сприяє правовій визначеності землекористування, збереженню водних ресурсів, підвищенню ефективності зрошення та створює просторово-правову основу для відновлення й модернізації водогосподарської інфраструктури.

Література

1. Добряк Д. С., Кузін Н. В. Еколого-економічний механізм реабілітації деградованих і малопродуктивних земель сільськогосподарського призначення. *Економіка АПК*. 2016. № 9 (263). С. 10–18.
2. Новаковський Л. Я., Канаш О. П., Леонець В. О. Консервація деградованих і малопродуктивних орних земель України. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 11. С. 54–59.
3. Добряк Д. С., Кузін Н. В. Консервація деградованих, малопродуктивних і техногенно забруднених земель та їх вплив на агроландшафти. *Збалансоване природокористування*. 2015. № 4. С. 5–10.
4. Водний кодекс України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80.
5. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25.06.1991 р. № 1264-XII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12.
6. Закон України «Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення» від 10.01.2002 р. № 2918-III. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2918-14.

ОСОБЛИВОСТІ ЗЕМЛЕУСТРОЮ ЗЕМЕЛЬНИХ ЧАСТОК (ПАЇВ) В СУЧАСНИХ УМОВАХ ГОСПОДАРЮВАННЯ В УКРАЇНІ

Дребот О. В., к. с.-г. н., доцент
Поліський національний університет,
м. Житомир, Україна

Дослідження проведені в межах Горбулівського старостинського округу Черняхівської селищної територіальної громади Житомирського району Житомирської області. Мета досліджень: виконати аналіз території щодо оренди

земельних часток (паїв), а також сформувати базу даних на основі відомостей про кожну земельну ділянку, а саме: кадастровий номер, власника, угіддя, цільове призначення, площу, обмеження, грошову оцінку; скласти план земельних часток (паїв) з розподілом за орендарями.

Для виконання досліджень було використано власну методику підготовки, отримання та формування даних про земельні ділянки частки (паї) [1, 2]. Що ґрунтується на потужному картографічному супроводі усього процесу досліджень. Формування бази семантичної інформації про картографічні об'єкти ґрунтується на основі даних з Державного земельного кадастру та Державного реєстру речових прав нерухомого майна.

У результаті досліджень сформовано план розподілу паїв по орендарям із зазначенням кадастрового номеру та площі кожного паю (рис. 1).

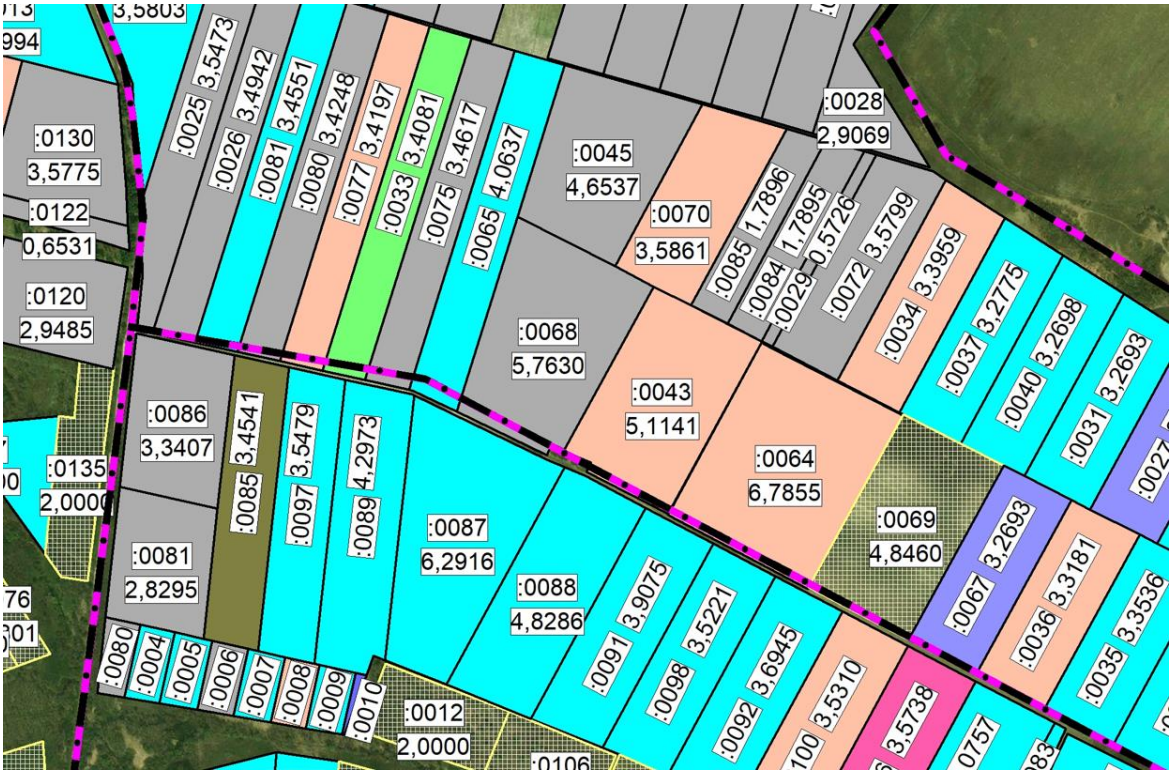


Рис. 1. План розподілу земельних часток (паїв) за орендарями

До даної карти сформовано реєстр з вище вказаними у меті досліджень даними про земельні ділянки. Загалом, в межах старостинського округу діє 18 різних орендарів з різною кількістю земельних часток (паїв) в оренді. Більше 100 га орендують всього 4 орендарі. Найбільшу площу 1056 га має один орендар, маючи в оренді 574 земельні ділянки. Найменша орендна площа 0,5 га у кількості 1 земельної ділянки. Орендуються паї, які в ДЗК числяться як рілля, так і кормові угіддя. При чому, всі вони розорені. Є ділянки, на які не укладено договір оренди, загальна площа таких земель складає 317 га у кількості 182 земельні ділянки. Середня площа паю складає 2,8 га. На деякі земельні ділянки накладені заборони та обмеження у використанні земельних ділянок.

Дослідження мають практичне значення, так як, спрямовані на конкретного замовника та є важливими для функціонування ринку оренди землі та формування земельного банку зацікавлених орендарів. Такі дослідження можна провести як в межах будь якого старостинського округу, так і в межах всієї громади. Результати таких досліджень є цікавими для освоєння нових земель, розширення полів, обміну між орендарями земельними частками (паями), складання бізнес плану розвитку орендного господарства, аналізу вартості земель на основі даних грошової оцінки, планування процесу купівлі-продажу земельних часток (паїв). Крім того, для підтримки потреб власників та орендарів дані дослідження проводяться систематично на одній і тій же території в силу постійних змін у реєстрі речових прав та Державному земельному кадастрі.

Література

1. Drebot O., Zubova O., Khant H., Hurelia V., Sknypa N. Analysis of the agricultural land use in Ukraine on the example of the united community. *Advances in geodesy and geoinformation*. 2022. Vol. 71, No. 1, No. e18. DOI: https://doi.org/10.24425/gac.2022.141171.
2. Дребот О. В., Карась І. Ф., Коткова Т. М., Кудрик А. П., Клименко Т. М. Сучасний стан землеустрою сільськогосподарських угідь в межах старостинського округу в Україні. *Таврійський науковий вісник.* 2026. Серія: Сільськогосподарські науки. Вип. 147. Ч. 2. DOI: https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.39.

ТЕХНОЛОГІЯ СТВОРЕННЯ ПЛАНУ ЗА МАТЕРІАЛАМИ АЕРОЗНІМАННЯ З БПЛА

Дробітько А. В., д. с.-г. н., професор
Задорожній Ю. В., старший викладач
Терещенко А.В., доктор філософії (PhD)
Смірнова К. С., здобувач вищої освіти
Миколаївський національний аграрний університет,
м. Миколаїв, Україна

Процес створення карт полягає у визначенні їх змісту, виборі умовних позначень та методів картографічного зображення. Зміст карти визначається її метою, тематикою, масштабом і вимогами користувачів. Проєктування змісту карти передбачає розробку списку елементів і об’єктів, їх класифікацію, а також створення легенди карти та вибір образотворчих засобів згідно з вимогами науково-технічного проєкту. Методи картографічного зображення мають точно відображати різноманітність території, її стан на певний момент часу, кількісні

й якісні характеристики, розташування об’єктів та явищ, що картографуються, а також взаємозв’язки між ними та їх зміни в часі [3].

Створення карти починається з проєктування, що включає підготовчі роботи для організації та реалізації всіх етапів створення карти. Після затвердження проєкту переходять до складання карти, що включає створення упорядницького, первинного оригіналу, який відображає зміст карти у визначених картографічних позначеннях із заданим рівнем узагальнення [3].

Процес обробки фотограмметричної інформації складається з кількох етапів:

- формування блоку даних аерознімання, що включає аерознімки та дані телеметрії;
- внутрішнє орієнтування знімків;
- взаємне орієнтування знімків;
- побудова блочних мереж фототріангуляції та визначення елементів орієнтування знімків;

створення інформаційних продуктів, таких як цифрова модель рельєфу, щільна хмара точок, індексні зображення тощо [1, 2].

Опрацювання матеріалів аерознімання, отриманих за допомогою безпілотних літальних апаратів (БПЛА), включає кілька етапів, що дозволяють отримати точну і коректну картографічну інформацію. Основні етапи цього процесу: збір аерознімків; аналіз даних; коректура та перевірка точності; використання спеціального програмного забезпечення [1, 2].

Опрацювання матеріалів аерознімання з БПЛА є важливим етапом для створення точних картографічних продуктів, які використовуються для детального аналізу стану територій у геодезії, екології, сільському господарстві та інших галузях. Використання БПЛА розширює можливості оперативного моніторингу сільськогосподарських земель завдяки отриманню високодетальних аерофотоматеріалів, їх подальшому просторовому аналізу та формуванню інформаційної основи для оцінювання стану земельних ресурсів [4].

Серед професійних цифрових фотограмметричних систем для обробки матеріалів аерознімання з БПЛА найбільш поширені Agisoft PhotoScan Pro, PHOTOMOD UAS, Pix4D Mapper, INPHO UAS Master, Global Mapper Pro.

Швидкість обробки інформації значною мірою залежить від якості та кількості знімків, їхнього розміру і потужності комп'ютера. Важливим етапом є вирівнювання аерознімків за даними планово-висотного обґрунтування, зокрема, розпізнаванням опорних точок на знімках. Фотограмметрист проводить зіставлення опорних точок на аерофотознімках з їхніми реальними положеннями, що дозволяє уточнити орієнтацію знімків і обчислити середньоквадратичне відхилення (СКВ) [1].

Під час створення карти відбувається генералізація зображення відповідно до принципів, зазначених у програмі. Іншим важливим процесом є узгодження елементів змісту, що передбачає врахування різних географічних закономірностей і взаємозв’язків, таких як зональні, гіпсометричні, структурно-

геологічні, ландшафтні та інші. Це включає узгодження елементів змісту на межах, природних рубежах і структурних лініях. При комп'ютерному складанні здійснюється погодження різних картографічних шарів [3].

Під час складання карти проводиться генералізація зображення відповідно до принципів, зазначених у програмі. Готуються й надаються вихідні матеріали для подальшої картографічної обробки. Розрізняють наступні види авторських і складальних документів:

1. Авторський ескіз – початковий етап, що відображає загальну ідею карти і легенди, виконаний схематично без дотримання всіх картографічних правил і з можливими відступами від умовних знаків.

2. Авторський макет – карта, виконана на географічній основі, яка точно передає зміст, але не відповідає технічним вимогам графічного зображення.

3. Авторський оригінал – рукописна карта, виконана в повній відповідності з легендою, з необхідною точністю, деталізацією та повнотою.

4. Складений оригінал – точний і повний оригінал карти, складений з урахуванням усіх правил і вимог та з високою графічною якістю [3].

Після завершення складання карти її коректують. Спочатку укладач перевіряє карту самостійно (самокоректура), пройшовши всі етапи її виготовлення. Рекомендується наступна послідовність коректури:

- перевірка математичної основи карти, правильності побудови та нанесення градусної сітки;
- перевірка повноти використання картографічних і інших джерел;
- перегляд змісту карти відповідно до її призначення, перевірка на перенавантаження та хронологічну відповідність;
- перевірка точності нанесення та правильності узагальнення елементів змісту карти та їх взаємного узгодження;
- перевірка легенди карти, класифікації та умовних знаків на відповідність;
- перевірка правильності географічних назв;
- перегляд якості оформлення карти [3].

Усі етапи роботи супроводжуються редагуванням, що полягає в управлінні та контролі за процесами створення карти. Редактор відповідає за правильне побудову математичної основи, точність нанесення та узгодженість елементів змісту, географічних назв, застосування умовних знаків та способів оформлення, а також за дотримання правил генералізації [3].

Отже, створення картографічних матеріалів на основі даних аерознімання з БПЛА є комплексним технологічним процесом, що поєднує фотограмметричне опрацювання даних, картографічне моделювання, генералізацію, узгодження та коректуру картографічного змісту. Послідовне виконання етапів від формування та орієнтування аерофотознімків до побудови цифрових моделей, створення картографічних шарів і контролю їх точності забезпечує достовірність та інформативність кінцевого картографічного продукту. Застосування сучасного програмного забезпечення та цифрових фотограмметричних технологій підвищує оперативність обробки матеріалів аерознімання, точність просторової

інформації та ефективність створення карт для потреб геодезії, землеустрою, сільського господарства, моніторингу земель і природних ресурсів.

Література

1. Вовк А., Глотов В., Гуніна А. Аналіз результатів для створення ортофотопланів та цифрових моделей рельєфу із застосуванням БПЛА Trimble UX-5. *Геодезія, картографія і аерофотознімання* : міжвід. наук.-техн. зб. Львів : Нац. ун-т «Львів. політехніка», 2015. Вип. 81. С. 90–103.

2. Глотов В., Церклевич А., Збруцький О. Аналіз і перспективи аерознімання з безпілотного літального апарата. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва* : зб. наук. пр. Львів : Західне геодезичне т-во Українського т-ва геодезії і картографії ; Нац. ун-т «Львівська політехніка», 2014. Вип. 1 (27). С. 131–136.

3. Галецький В., Глотов В., Колесніченко В. Аналіз експериментальних робіт зі створення великомасштабних планів сільських населених пунктів при застосуванні БПЛА. *Геодезія, картографія і аерофотознімання* : міжвід. наук.-тех. зб. Львів : Нац. ун-т «Львів. політехніка», 2012. Вип. 76. С. 85–93.

4. Задорожній Ю. В., Смірнова І. В. Використання безпілотних літальних апаратів для моніторингу земель сільськогосподарського призначення. *Продовольча безпека України в умовах війни і післявоєнного відновлення: глобальні та національні виміри*. Міжнародний форум = Food security of Ukraine in the conditions of the war and post-war recovery: global and national dimensions. International forum : доповіді учасників міжнародної науково-практичної конференції (м. Миколаїв, 30–31 травня 2024 р.) / Міністерство освіти і науки України ; Миколаївський національний аграрний університет. Миколаїв : МНАУ, 2024. С. 271–274.

ВСТАНОВЛЕННЯ МЕЖ ЗЕМЕЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА І ОБСЛУГОВУВАННЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

Карась І. Ф., к. с.-г. н., доцент
Поліський національний університет,
м. Житомир, Україна

Підставою для виготовлення проекту відведення земельної ділянки у власність площею 0,2500 га для будівництва і обслуговування житлового будинку, господарських будівель і споруд (присадибна ділянка) згідно законодавства, є: заява замовника; договір на розробку проекту землеустрою; завдання на виконання робіт; рішення Житомирської міської ради [4, 5].

Земельна ділянка, яка передається у власність для будівництва та обслуговування житлового будинку, господарських будівель та споруд площею 0,2500 га, відноситься до земель житлової та громадської забудови, тобто 2-ї

категорії, згідно статті 19 ЗКУ. Згідно ж класифікації видів цільового призначення, ця земельна ділянка відноситься до секції «В» (землі житлової та громадської забудови), яка має код – 02, з підрозділом 01 (землі для будівництва і обслуговування житлового будинку, господарських будівель і споруд (присадибна ділянка)). Тобто код КВЦПЗ даної земельної ділянки – 02.01 [1–3].

Об'єктом землевпорядних робіт є земельна ділянка, яка запроектована для відведення у власність площею 0,2500 га для будівництва і обслуговування житлового будинку, господарських будівель і споруд (присадибна ділянка) у с. Груд, вул. Шевченка, 14 (рис. 1).



Рис. 1. Викопіювання з публічної кадастрової карти (плану) (с. Груд, Звягельський район, Житомирська область)

Місце розташування земельної ділянки було визначено згідно графічного матеріалу, зокрема викопіювання з Публічної кадастрової карти України, який подається разом із заявою про надання дозволу на розробку проекту землеустрою (рис. 1).

Земельна ділянка, яка передається у власність для будівництва та обслуговування житлового будинку, господарських будівель та споруд має площу 0,2500 га, належить до земель запасу с. Груд Звягельського району Житомирської області. Вона знаходиться в межах населеного пункту. На території цієї земельної ділянки є обмеження у її використанні. Площа обмеження визначена на основі постанови Кабміну України «Правила охорони електричних мереж» від 4 березня 1997 р. N 209 [1, 2].

Лінії електропередач, які прокладені по вулиці Шевченка у селі Груд, проходять на відстані 2 м від земельної ділянки. Напруга цієї ЛЕП становить 10 кВ, тому відповідно до законодавства охоронна зона відраховується від крайнього проводу лінії електропередач і має становити 10 метрів. Щоб точно вирахувати межу проходження охоронної зони на земельній ділянці, потрібно знати конструкцію опори. В нашому випадку конструкція опори є одиночний стояк з круглим перерізом.

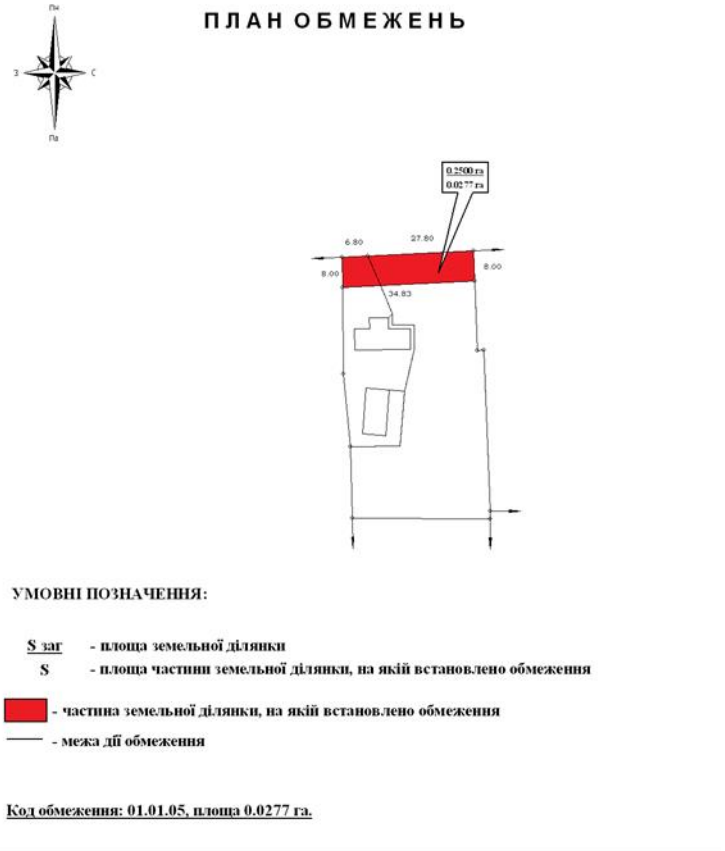


Рис. 2. План обмежень земельної ділянки площею 0,2500 га, с. Груд Звягельського району Житомирської області

Оскільки опори ліній електропередач не займають площу земельної ділянки, розрахунок відведення землі під ці опори ми не проводили. Відповідно до конструкції опори, відстань від крайнього проводу до центру опори становить 0,50 м. Тому з урахуванням всіх вище вказаних факторів, охоронна зона визначена у розмірі 0,0277 га та поширюється на межі земельної ділянки в тому числі (рис. 2).

В результаті проведених польових та камеральних робіт був складений кадастровий план земельної ділянки щодо встановлення меж для будівництва та обслуговування господарських будівель та споруд за адресою: с. Груд Звягельського району Житомирської області. Кадастровий план має наступні складові: зведена експлікація згідно форми 6-зем, опис меж, склад угідь (рис. 3).



Рис. 3. План відведення земельної ділянки для будівництва та обслуговування господарських будівель та споруд площею 0,2500 га

Відповідно до плану відведення склад угідь земельної ділянки, що відводиться, площею 0,2500 га є наступним: господарська будівля – 0,0073 га, рілля – 0,1635 га, житловий будинок – 0,0090 га, прибудинкова територія – 0,0425 га, рілля – 0,0210 га, прибудинкова територія – 0,0067 га. Тобто територія землекористування у своєму складі має землі, що належать до двох категорій земель, зокрема сільськогосподарські землі (в тому числі рілля – код згідно КВЦПЗ 01.01) та забудовані землі (в тому числі землі під житловою забудовою – код згідно КВЦПЗ 02.01). В результаті відведення земельної ділянки відбулася зміна її цільового призначення. Так, земельна ділянка була надана із земель, не наданих у власність або постійне користування в межах населених пунктів та була віднесена до ділянок для будівництва та обслуговування житлового будинку і господарських будівель. Також на земельну ділянку діє зона обмежень площею 0,0277 га (рис. 3).

Література

1. Земельний кодекс України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14#n1056.

2. Порядок ведення Державного земельного кадастру: Постанова Кабінету Міністрів України від 17.10.2012 №1051. Дата оновлення: 31.12.2019. URL https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1051-2012-п.

3. Про затвердження Класифікації видів цільового призначення земе-ль: наказ Державного комітету із земельних ресурсів від 23.07.2010. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1011-10#Text.

4. Про землеустрій: закон України. Редакція від 08.06.2023. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/858-15#Text.

5. Третяк А.М. Землевпорядне проектування: Теоретичні основи і територіальний землеустрій: навч. посібник. К.: Вища освіта, 2006. 528 с.

ГЕОЕКОЛОГІЧНЕ ЗОНУВАННЯ ПРИБЕРЕЖНИХ ТЕРИТОРІЙ РІЧКИ СЛУЧ У ПРОЄКТАХ ЗЕМЛЕУСТРОЮ

Кахнич П. Ф., к. т. н., доцент
Національний університет водного господарства та природокористування,
м. Рівне, Україна

Прибережні території поєднують водоохоронні, ґрунтозахисні, рекреаційні та господарські функції. Ефективність їх охорони залежить не лише від установлення нормативної ширини прибережної захисної смуги, а й від урахування рельєфу, напрямів поверхневого стоку, властивостей ґрунтів і просторової неоднорідності антропогенного навантаження. Для долини річки Случ це питання є актуальним через поєднання схилових земель, сільськогосподарського використання, населених пунктів та ділянок із різною здатністю до перенесення й акумуляції речовин.

Відповідно до статті 88 Водного кодексу України прибережні захисні смуги встановлюються по обидва береги річок уздовж урізу води; для середніх річок мінімальна ширина становить 50 м, а за крутизни схилів понад три градуси вона подвоюється [1]. Межі смуг зазначають у документації із землеустрою і містобудівній документації та вносять до Державного земельного кадастру як відомості про обмеження у використанні земель. Водночас однакова нормативна відстань у межах протяжної ділянки річкової долини не відображає всієї різноманітності процесів поверхневого змиву, ерозії та геохімічної акумуляції.

Метою роботи є обґрунтування геоекологічного зонування прибережних територій річки Случ як аналітичної основи для проєктів землеустрою та диференціації природоохоронних заходів. Об’єктом дослідження є схилові комплекси долини річки, а предметом – просторові закономірності перенесення речовин у системі «вододіл – схил – заплава – русло» та їх урахування під час встановлення обмежень у використанні земель.

Інформаційну основу зонування становлять цифрова модель рельєфу, матеріали топографо-геодезичних робіт, ґрунтові карти, кадастрові дані, результати лабораторного аналізу проб ґрунту і води та матеріали дистанційного зондування Землі. Для цифрової моделі рельєфу доцільно обчислювати крутизну й експозицію схилів, напрями та акумуляцію стоку, довжину схилу, топографічний індекс вологості й відстань до русла. Поєднання цих показників

дозволяє виділити ділянки потенційного винесення, транзиту та накопичення речовин.

Попередні дослідження схилових комплексів річки Случ засвідчили закономірне зменшення вмісту більшості досліджуваних компонентів із глибиною ґрунтового профілю та їх латеральний перерозподіл уздовж схилу. Приаквальні частини схилу виступають зонами акумуляції, тоді як привододільні й верхні схилові позиції характеризуються переважанням процесів винесення. Для рухомих форм азоту, фосфору, окремих важких металів і 137Cs характер реакції відрізняється, однак рельєф залишається одним із провідних чинників просторової диференціації. Відомі дослідження міграції Zn і Pb у системі «донні відклади – вода» також підтверджують залежність рухомості металів від фізико-хімічних умов середовища [2]. Закономірності розподілу важких металів у донних відкладах річок України свідчать про потребу враховувати як природний геохімічний фон, так і локальні антропогенні джерела [3].

Для геоекологічного зонування запропоновано застосовувати три групи критеріїв. Перша група – морфометричні: крутизна, довжина й експозиція схилу, форма поверхні, відстань до русла та положення у водозборі. Друга група – ґрунтово-геохімічні: гранулометричний склад, вміст органічної речовини, кислотність, концентрації рухомих форм біогенних елементів, важких металів і радіонуклідів. Третя група – антропогенні: вид землекористування, інтенсивність розорювання, близькість до доріг, промислових об’єктів, місць складування відходів і випусків стічних вод. Оцінювання вмісту важких металів у компонентах ландшафту поблизу місць видалення відходів підтверджує доцільність просторової прив’язки потенційних джерел забруднення [4].

У межах території дослідження пропонується виділяти чотири функціональні підзони. Підзона нормативної охорони охоплює територію прибережної захисної смуги, мінімальні параметри якої визначені законодавством. Підзона підвищеного геохімічного ризику включає акумулятивні форми рельєфу, пониження і ділянки концентрації поверхневого стоку. Підзона ерозійного ризику охоплює схили, на яких імовірне інтенсивне винесення ґрунтового матеріалу. Підзона контрольованого господарського використання включає прилеглі землі, для яких потрібні регламентовані ґрунтозахисні заходи та періодичний моніторинг.

Важливо розмежовувати юридичну межу прибережної захисної смуги та аналітичну межу геоекологічного ризику. Геоекологічне зонування не може самостійно звужувати встановлені законом обмеження. Його призначення – обґрунтувати розширення території природоохоронних заходів, визначити пріоритети моніторингу та диференціювати способи використання земель за межами мінімальної нормативної смуги. Такий підхід узгоджується з вимогами Водного кодексу щодо ґрунтозахисної системи землеробства, протиерозійних заходів і охорони поверхні водозборів [1].

Просторове моделювання концентрацій забруднювачів доцільно виконувати методами геостатистики лише після перевірки структури вибірки.

Варіограмний аналіз дає змогу оцінити просторову залежність, а кригінг – побудувати прогнозну поверхню та карту похибки [5].

Для запобігання хибній деталізації карти потрібно застосовувати перехресну перевірку, не екстраполювати результати за межі репрезентативної вибірки та відображати зони високої невизначеності. Якщо кількість проб недостатня, коректніше використовувати категорії ризику, сформовані за рельєфом і джерелами впливу, ніж створювати безперервну карту концентрацій.

У проєкті землеустрою результати зонування можуть бути представлені як набір взаємопов'язаних геоінформаційних шарів: нормативні межі, морфометричні показники, функціональні підзони, пункти спостережень, карти ризику та рекомендовані заходи. Для підзони ерозійного ризику пріоритетними є залуження, контурна організація території, лісомеліоративні та гідротехнічні заходи. Для акумулятивних ділянок – обмеження внесення добрив і пестицидів, контроль якості ґрунту та води, недопущення розміщення відходів. Для контрольованого використання – регламентований обробіток і повторні спостереження після екстремальних опадів або зміни характеру землекористування.

Відомості про межі прибережних захисних смуг і пов'язані обмеження повинні бути сумісними з даними Державного земельного кадастру та інфраструктури геопросторових даних [6, 7]. Це потребує єдиної системи координат, опису походження даних, фіксації точності й дати актуалізації. Результати екологічних вимірювань доцільно зберігати окремо від юридично значущої геометрії, але пов'язувати з нею через ідентифікатори ділянок і зон. Така структура забезпечує оновлення аналітичних оцінок без неконтрольованої зміни зареєстрованих меж.

Для кількісної оцінки підзон пропонується формувати інтегральний індекс геоекологічного ризику з попереднім нормуванням усіх критеріїв до єдиної шкали. Морфометричні показники доцільно розраховувати для елементарних ділянок рельєфу, а ґрунтово-геохімічні та антропогенні характеристики – приєднувати до них за просторовим положенням. Ваги критеріїв повинні відображати механізм формування ризику, а не лише експертне уявлення про важливість показників. Тому після первинного розрахунку необхідно виконувати аналіз чутливості: послідовно змінювати ваги та перевіряти стабільність меж виділених підзон. Ділянки, класифікація яких істотно залежить від невеликої зміни ваг, мають позначатися як зони невизначеності й бути пріоритетними для додаткового польового обстеження.

Польова валідація повинна будуватися за стратифікованою схемою, щоб точки відбору проб представляли верхні, середні та нижні частини схилів, різні експозиції, типи ґрунтів і види землекористування. Доцільно передбачити контрольні точки поза межами прогнозованих зон підвищеного ризику та повторні спостереження після періодів інтенсивних опадів. Ефективність зонування слід оцінювати не тільки за збігом прогнозованих і фактичних концентрацій, а й за здатністю моделі правильно визначати напрям перенесення речовин та місця їх накопичення. Такий підхід дозволить відокремити стабільні

просторові закономірності від випадкових локальних аномалій і створити обґрунтовану основу для коригування природоохоронних заходів.

Запропоноване геоекологічне зонування доповнює нормативний підхід до встановлення прибережних захисних смуг і переводить результати ландшафтно-геохімічних досліджень у площину практичного землеустрою. Для долини річки Случ воно дає змогу врахувати каскадну будову схилових комплексів, виділити ділянки винесення та акумуляції речовин і пов’язати їх із конкретними режимами землекористування.

Подальша апробація повинна включати уточнення ваг критеріїв, незалежну польову валідацію зон ризику та оцінювання ефективності запропонованих заходів у різних типах землекористування.

Література

1. Водний кодекс України : Кодекс України від 06.06.1995 № 213/95-ВР. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/213/95-вр (дата звернення: 15.09.2026).

2. Зубко О. В., Линник П. М. Вплив різних чинників на міграцію Zn та Pb в системі «донні відклади – вода». Наукові праці Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту. 2004. Вип. 253. С. 205–218.

3. Люта Н. Г. Особливості розподілу важких металів у донних відкладах річок України. Мінеральні ресурси України. 2018. № 1. С. 28–32. DOI: https://doi.org/10.31996/mru.2018.1.28-32.

4. Азімов О. Т., Трофимчук О. М., Кураєва І. В., Кармазиненко С. П. Оцінка вмісту важких металів у ґрунтах та інших компонентах ландшафту в районах захоронення твердих побутових відходів. Екологічна безпека та природокористування. 2019. № 2 (30). С. 5–17. DOI: https://doi.org/10.32347/2411-4049.2019.2.5-17.

5. Oliver M. A., Webster R. A tutorial guide to geostatistics: Computing and modelling variograms and kriging. Catena. 2014. Vol. 113. P. 56–69. DOI: https://doi.org/10.1016/j.catena.2013.09.006.

6. Про національну інфраструктуру геопросторових даних : Закон України від 13.04.2020 № 554-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/554-20 (дата звернення: 15.09.2026).

7. Про Державний земельний кадастр : Закон України від 07.07.2011 № 3613-VI. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/3613-17 (дата звернення: 15.09.2026).

8. Про затвердження Порядку визначення розмірів і меж водоохо-онних зон та режиму ведення господарської діяльності в них : постанова Кабінету Міністрів України від 08.05.1996 № 486. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/486-96-п (дата звернення: 15.09.2026).

9. Kabata-Pendias A. Trace Elements in Soils and Plants. 4th ed. Boca Raton : CRC Press, 2011. 548 p.

10. Кахнич П. Ф. Міграція важких металів у схилових комплексах р. Случ. *Сучасні технології землеустрою, кадастру та управління земельними ресурсами* :

матеріали XI Міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 26–27 березня 2026 р. Київ : Державний університет «Київський авіаційний інститут», 2026.

ТЕХНІЧНА ДОКУМЕНТАЦІЯ ІЗ ЗЕМЛЕУСТРОЮ ЩОДО ПОДІЛУ ТА ОБ'ЄДНАННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК ДЛЯ РОЗМІЩЕННЯ І ЕКСПЛУАТАЦІЇ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД ДОДАТКОВИХ ТРАНСПОРТНИХ ПОСЛУГ ЖОКАП «ЖИТОМИРОБЛАГРОЛІС»

Коткова Т. М., к. с.-г. н., доцент
Поліський національний університет
м. Житомир, Україна

Землевпорядна документація визначається ст.184 Земельного кодексу України [1].

Комплекс землевпорядних робіт обіймає надзвичайно багатогранний матеріал, що в наш час технічна документація, як окрема сфера землевпорядних робіт потребує достатньої уваги.

В основному, землевпорядні проекти зводяться до проектів відведення земельних ділянок під сільськогосподарський об'єкт чи об'єкт будівництва зі зміною цільового призначення.

Практика в багатьох землевпорядних організаціях йде по максимально спрощеному варіанту розробки технічної документації.

Актуальність розробки саме технічної документації із землеустрою щодо поділу земельної ділянки, яка до цього була у спільній комунальній власності, розробляється не так часто.

Технічна документація із землеустрою щодо поділу та об'єднання земельних ділянок за кадастровим номером 1810136300:10:004:0006 площею 1,7691 га на земельні ділянки площами 1,5761 га та 0,930 га для розміщення та експлуатації будівель і споруд додаткових транспортних послуг та допоміжних операцій ЖОКАП «ЖИТОМИРОБЛАГРОЛІС», розташована за адресою м. Житомир, вул. Радивилівська, 138 а. Цільове призначення даної земельної ділянки відповідно до класифікатора цільового призначення – ***12.08 – для розміщення та експлуатації будівель і споруд додаткових транспортних послуг та допоміжних операцій [4].***

Об'єктом даної роботи є земельна ділянка комунальної власності площею 1,7691 га, що знаходиться за адресою м. Житомир, вул. Радивилівська, 138 а.

Предметом розробки є проект технічної документації щодо поділу вище зазначеної земельної ділянки комунальної власності площею 1,7691 га, що має цільове призначення відповідно до класифікатора цільового призначення *12.08 - для розміщення та експлуатації будівель і споруд додаткових транспортних послуг та допоміжних операцій.*

Мета роботи полягає у розробці готового проекту технічної документації, що включає в себе:

- пояснювальну записку;
- завдання на виконання робіт;
- викопіювання із схеми землеустрою;
- опис меж ділянки;
- матеріали погодження проекту;
- виготовлення графічних матеріалів.

Ділянка, яка досліджувалась і підготовлена до поділу належить Житомирському обласному комунальному агролісогосподарському підприємству (ЖОКАП) «Житомироблагроліс» Житомирської обласної ради, зареєстроване виконкомом Житомирської міської ради від 17.02.2004. Дане підприємство засноване на спільній власності територіальних громад сіл, селищ, міст області і перебуває в управлінні Житомирської обласної ради.

Місце розташування: в межах населеного пункту м. Житомир, на території, що належить Житомирському обласному комунальному агролісогосподарському підприємству (ЖОКАП) «Житомироблагроліс» Житомирської обласної ради, вул. Радивилівська, 138 а.

Форма власності – комунальна.

Цільове призначення – на дату складання технічної документації: для ведення лісового господарства і пов'язаних з ним послуг.

Розташування об'єкта показано на рис.1.

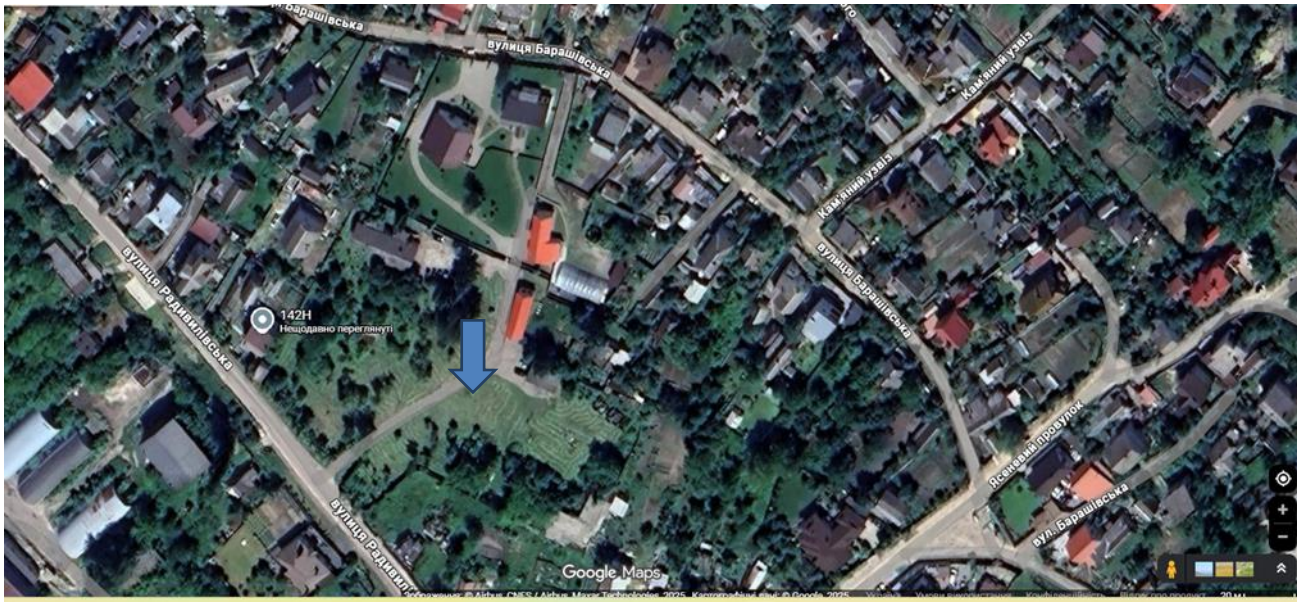


Рис. 1. Розташування об'єкта на гугл карті (синьою стрілкою показаний географічний центр ділянки поділу)

https://www.google.com/maps/@50.2606706,28.6296148,557m/data

Географічний центр ділянки, готової до поділу має координати 50°26'13.5"; 28°36'01".

Технічна документація із землеустрою щодо поділу та об'єднання земельних ділянок за кадастровим номером 1810136300:10:004:0006 площею 1,7691 га на земельні ділянки площами 1,5761 га та 0,930 га для розміщення та

експлуатації будівель і споруд додаткових транспортних послуг та допоміжних операцій ЖОКАП «ЖИТОМИРОБЛАГРОЛІС», розташована за адресою м. Житомир, вул. Радивилівська, 138а, розроблена у відповідності з Положенням Земельного Кодексу України, Закону України «Про землеустрій», Закону України «Про державний земельний кадастр».

З метою визначення площ земельної ділянки, що відводиться до поділу, виконані роботи по визначенню координат точок повороту меж земельних ділянок та кадастрову зйомку цих ділянок згідно інструкції [2] (рис. 2).



Рис. 2. Викопіювання із топоплану земельної ділянки комунальної власності (кадастровий номер №1810136300:10:004:0006), що належить ЖОКАП «ЖИТОМИРОБЛАГРОЛІС», підготовленої до поділу.

Місце розташування земельної ділянки, наміченої до поділу.

Варто зазначити, що у разі поділу земельної ділянки, або ж об'єднання земельних ділянок, сформовані земельні ділянки ***зберігають своє цільове призначення.***

Надалі ділянка, що була поділена припиняє існування, а її державна реєстрація скасовується, натомість в базу вносяться відомості про окремі ділянки, яким ***присвоюються нові кадастрові номери.***

Погодження зовнішніх меж земельних ділянок не проводилось, так як дана ділянка була раніше сформована та перебуває в автоматизованій базі даних ведення Державного земельного кадастру.

Кадастрові плани земельних ділянок складено у масштабі 1:2000, 1:1000 згідно інструкції (Про затвердження...) [3].

На плані відображено:

- межі земельних ділянок з описом суміжних землевласників і землекористувачів;
- поворотні точки меж земельних ділянок;
- лінійні проміри між точками по межах земельних ділянок;
- межі угідь земельних ділянок;
- експлікація земель по угіддях.

На основі технічної документації складено обмінні файли, які будуть прийняті відділом державного земельного кадастру, за даними яких, будуть присвоєні кадастрові номери на окремі земельні ділянки та видані витяги зареєстровані в автоматизованій базі даних ведення державного земельного кадастру.

Документацію розроблено на основі клопотання ЖОКАП «Житомироблагроліс», згідно якого підприємство просить виконати роботи із землеустрою щодо поділу земельної ділянки, яка перебуває у спільній власності територіальних громад сіл, селищ та міст області та надана у постійне користування Житомирському обласному комунальному агролісогосподарському підприємству «Житомироблагроліс» Житомирської обласної ради, що знаходиться за адресою: м. Житомир, вул. Радивилівська, 138а, на дві земельні ділянки орієнтовною площею 1,5691 га та 0,1930 га без змін цільового призначення.

Земельна ділянка комунальної власності площею 1,5691 га залишається у постійному користуванні ЖОКАП «Житомироблагроліс», земельна ж ділянка площею 0,1930 оформляється за ДП «Пулинський лісгосп АПК» ЖОКАП «Житомироблагроліс» Житомирської обласної ради.

Обмеження та обтяження щодо використання даної земельної ділянки відсутні.

Наступним етапом у розробці цього питання має стати присвоєння новим утвореним ділянкам окремих кадастрових номерів.

Література

1. Земельний кодекс України: від 25 жовтня 2001 р. № 2768-III. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14 (дата звернення: 07.11.2025).
2. Інструкція про встановлення (відновлення) меж земельних ділянок в натурі (на місцевості) та їх закріплення межовими знаками: затв. наказом Держ.

комітету України із земельних ресурсів від 18.05.2010 р. № 376 (із змінами). URL: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0391-10. (дата звернення: 07.12.2025).

3. Про затвердження інструкції з топографічного знімання у масштабі 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98). Наказ Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України N 56 від 09.04.98.: URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0393-98. (дата звернення 19.09.2026 р.)

4. Про затвердження Класифікації видів цільового призначення земель: наказ Держ. Комітету України із земельних ресурсів від 23.07.2010 р. № 548. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1011-10 (дата звернення: 10.09.2026).

ПРОСТОРОВЕ ПЛАНУВАННЯ ТЕРИТОРІЙ ГРОМАД НА ОСНОВІ КОНЦЕПЦІЇ «РОЗУМНИХ МІСТ» (SMART CITIES) ТА ЦИФРОВИХ ЗЕМЛЕВПОРЯДНИХ КАРТ

Кушнірук Т. М., к. с.-г. н., доцент
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
м. Кам'янець-Подільський, Україна

Сучасний етап розвитку територіальних громад в Україні та світі характеризується високою динамікою соціально-економічних процесів, зростанням антропогенного навантаження на довкілля та необхідністю раціонального використання обмежених земельних ресурсів. Традиційні методи землевпорядного проектування та містобудівного планування, що спираються на аналогові або ізольовані паперові носії, вже не відповідають вимогам оперативності, прозорості та ефективності.

Виникла нагальна потреба впровадження концепції «розумних міст» (Smart Cities) та її екстраполяції на рівень всієї громади (Smart Territory / Smart Governance). В основі цієї парадигми лежить використання інтегрованих цифрових землевпорядних карт і геоінформаційних систем (ГІС) як базової платформи для прийняття управлінських рішень [1].

Класична концепція Smart City орієнтована на оптимізацію міської інфраструктури за допомогою технологій IoT (Інтернет речей), Big Data та штучного інтелекту. Проте для об'єднаних територіальних громад (ОТГ), які включають як міські, так і сільські території, концепцію слід розглядати ширше – як Smart Community або Smart Region.

Головними векторами впровадження «розумних» технологій у просторовому плануванні громад є:

- Smart Governance (Розумне врядування): відкритість містобудівної та землевпорядної документації для громадян і інвесторів через публічні геопортали.

- Smart Environment (Розумнее довкілля): постійний моніторинг стану земель, лісових масивів, водних об'єктів та виявлення факторів деградації ґрунтів за допомогою дистанційного зондування Землі (ДЗЗ).
- Smart Economy (Розумна економіка): автоматизація розрахунку оренди, прозорий облік земельного фонду та залучення інвестицій завдяки чіткій просторовій прив'язці інвестиційно привабливих ділянок.

Цифрова землевпорядна карта у контексті Smart City – це не просто електронне зображення меж земельних ділянок, а багаторівнева база геопросторових даних з просторовою прив’язкою та часовою динамікою (4D-моделювання) [1].

Основні шари геоінформаційної системи громади, до яких можна віднести:

Кадастрово-правовий шар – межі земельних ділянок, форма власності, цільове призначення, наявні обмеження та обтяження у використанні земель (СЗЗ, прибережні захисні смуги, зони охороняємих об'єктів).

Містобудівний шар – це функціональне зонування території, генеральні плани населених пунктів, детальні плани територій (ДПТ), червоні лінії, мережі інженерних комунікацій.

Ресурсний та екологічний шар – це якісні характеристики ґрунтів, лісові угіддя, водні ресурси, родовища корисних копалин, об’єкти природно-заповідного фонду.

Інфраструктурний шар – це транспортна мережа, об’єкти соціальної інфраструктури, енергомережі, покриття зв'язку.

Використання єдиної системи координат та єдиних стандартів геоданих дозволяє формувати комплексні плани просторового розвитку територій громад, які поєднують землевпорядну та містобудівну документацію в один наскрізний процес [2].

Практичне застосування інноваційних технологій полягає у застосуванні ортофотопланів високої роздільної здатності для виявлення неоформлених земельних ділянок, самовільного зайняття земель, нецільового використання та звалищ відходів. Автоматичнному розпізнавання типів земного покриття, динаміка забудови території, оцінка зміни біомаси та деградаційних процесів ґрунтів. Створення 3D-моделей територій для аналізу інсоляції, вітрових потоків, ризиків підтоплення чи зсувів під час проектування нових житлових або промислових масивів. Впровадження цифрового просторового планування та концепції Smart Cities трансформує земельно-майновий комплекс громади з пасивного об'єкта обліку на активний економічний ресурс. Ефект досягається завдяки ліквідації «сірих» схем землекористування, автоматизації адміністрування та підвищенню інвестиційної привабливості території.

Основні напрями економічного та управлінського ефекту: збільшення надходжень до місцевого бюджету, повна цифрова інвентаризація виявляє самовільно зайняті ділянки, неоформлену нерухомість та нецільове використання земель, що забезпечує зростання плати за землю та податку на нерухоме майно на 15–30%.

Залучення інвестицій через відкритість, створення геопорталу з публічними шарами геоданих (інвестиційні паспорти, вільні ділянки, інженерні мережі) скорочує час підготовки та узгодження інвестиційних проектів з місяців до декількох днів. Економія бюджетних коштів забезпечує автоматизацію видачі містобудівних умов, обмежень та витягів, зменшує операційні витрати та навантаження на виконавчі органи громади.

Відкритий доступ до цифрових карт та функціонального зонування усуває людський фактор і суб'єктивність при наданні земельних ділянок чи зміні їх цільового призначення[3].

Моніторинг стану земель через дистанційне зондування Землі (ДЗЗ) дозволяє своєчасно реагувати на деградацію ґрунтів, вирубку лісів, захаращення прибережних захисних смуг та виникаючі екологічні ризики.

Перехід до просторового планування територій громад на основі концепції Smart Cities та цифрових землевпорядних карт – це не просто технічна модернізація, а нова філософія муніципального управління. Інтеграція ГІС-технологій, даних ДЗЗ та цифрових кадастрів у єдину геопросторову систему дозволяє:

1. Забезпечити прозорість та відкритість у сфері земельних відносин.
2. Суттєво підвищити доходи місцевих бюджетів завдяки легалізації землекористування та залученню прозорих інвестицій.
3. Реалізувати принципи сталого розвитку через раціональне природокористування та захист навколишнього середовища.

Польща та інші країни ЄС вже довели високу ефективність підходу Smart Spatial Planning. Для України цей напрямок є стратегічним у контексті післявоєнної відбудови, реформи децентралізації та євроінтеграції.

Література

1. Дорош О.С. Сутність і поняття територіального планування землекористування в Україні. *Землеустрій, кадастр і моніторинг земель.* 2012. № 1–2. С. 14–23. URL: https://nbuv.gov.ua/UJRN/Zemleustriy_2012_1-2_5.

2. Третяк А. М., Третяк В. М., Гунько Л.А. Концептуальні засади формування та функціонування 3D-кадастру в Україні. *Агросвіт*. 2022. № 17. С. 3–11. DOI: https://doi.org/10.32702/2306-6792.2022.17-18.3.

3. Про національну інфраструктуру геопросторових даних : Закон України від 13 квіт. 2020 р. № 554-IX. *Відомості Верховної Ради України*. 2020. № 37. Ст. 277. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/554-20#Text.

ЦИФРОВИЙ ПАСПОРТ ЕКОЛОГІЧНИХ ОБМЕЖЕНЬ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗЕМЛЕВПОРЯДНОГО ПЛАНУВАННЯ

Люсак А. В., к. т. н., доцент
Національний університет водного господарства та природокористування,
м. Рівне, Україна

Просторове планування територіальних громад потребує не лише актуальних відомостей про земельні ділянки, а й систематизованих даних про правові режими та екологічні обмеження. На практиці такі відомості формуються різними установами, мають неоднакову точність, періодичність оновлення і структуру атрибутів. Через це під час розроблення комплексних планів просторового розвитку, документації із землеустрою та інвестиційних пропозицій виникає ризик використання неповних або неузгоджених даних. Розв'язання цієї проблеми доцільно пов'язати зі створенням цифрового паспорта екологічних обмежень територіальної громади – спеціалізованого набору геопросторових даних, який об'єднує межі обмежень, правові підстави їх установлення, джерела вихідних даних, відомості про точність і дату актуалізації.

Правовою основою такого підходу є Закон України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних», який визначає засади створення, функціонування та розвитку інфраструктури геопросторових даних, а також вимоги до доступності й інтероперабельності наборів даних [1]. Закон України «Про охорону земель» передбачає систему заходів із запобігання деградації, забрудненню та порушенню земель [2].

Водночас Порядок здійснення моніторингу земель і ґрунтів орієнтує систему спостережень на своєчасне виявлення змін стану земель, їх оцінювання та прогнозування [3]. Отже, цифровий паспорт має виконувати не роль статичної карти, а роль регулярно оновлюваного інформаційного ресурсу для управлінських рішень.

Метою роботи є обґрунтування структури й послідовності формування цифрового паспорта екологічних обмежень територіальної громади та визначення напрямів його використання у землевпорядному плануванні. Для досягнення мети застосовано системний аналіз нормативних вимог, структурно-функціональне моделювання геоінформаційного ресурсу та порівняння можливостей кадастрових, дистанційних і польових джерел даних.

До базових тематичних груп паспорта запропоновано включати: водоохоронні зони і прибережні захисні смуги; санітарно-захисні та охоронні зони; території та об'єкти природно-заповідного фонду; землі з проявами ерозії, підтоплення, заболочення чи іншої деградації; ділянки потенційного хімічного забруднення; зони ризику навколо об'єктів поводження з відходами; порушені землі та території, що потребують консервації або рекультивації. Кожний просторовий об'єкт повинен мати мінімальний набір атрибутів: вид обмеження,

нормативну підставу, джерело геометрії, масштаб або просторову роздільну здатність, дату створення й оновлення, відповідального держателя, статус верифікації та режим доступу.

Формування паспорта доцільно здійснювати у п’ять послідовних етапів. На першому етапі проводять інвентаризацію доступних наборів даних і перевіряють їхню повноту. На другому – уніфікують системи координат, класифікатори, метадані та правила топологічного контролю. На третьому етапі створюють похідні аналітичні шари за цифровою моделлю рельєфу, матеріалами дистанційного зондування Землі й результатами польових обстежень. Четвертий етап передбачає правову та геодезичну верифікацію меж. На п’ятому етапі дані публікують у геоінформаційному середовищі з розмежуванням прав доступу та встановлюють регламент оновлення.

Дані дистанційного зондування доцільно використовувати як засіб виявлення змін і планування польової перевірки, але не як автоматичну заміну юридично встановлених меж. Сервіс Copernicus Land Monitoring Service надає інформацію про земний покрив, його зміни, стан рослинності, водний цикл та інші характеристики поверхні [4]. Знімки Sentinel-2 із просторовою роздільною здатністю до 10 м придатні для регулярного скринінгу змін рослинного покриву, порушень поверхні та динаміки забудови [5]. Для ділянок із високою хмарністю доцільним є поєднання оптичних даних із радіолокаційними матеріалами Sentinel-1. Проте остаточне рішення щодо режиму використання земель має ґрунтуватися на документації, передбаченій законодавством, та верифікованих вихідних даних.

Для післявоєнного відновлення запропонована модель має особливе значення. За оцінкою RDNA4, війна спричинила масштабні збитки природним ресурсам і довкіллю та сформувала значні потреби у відновленні [6]. На рівні громади це означає необхідність відрізняти підтверджені зони забруднення від територій імовірного ризику. У цифровому паспорті доцільно запровадити три статуси: «нормативно встановлено», «підтверджено вимірюваннями» та «потребує перевірки». Таке розмежування зменшує ризик помилкового перенесення результатів автоматичної класифікації до кадастрових рішень.

Аналітичне опрацювання даних може включати багатокритеріальне оцінювання. Для кожної територіальної одиниці пропонується визначати інтегральний індекс пріоритетності обстеження як нормовану суму показників інтенсивності виявлених змін, близькості до потенційних джерел забруднення, крутизни схилу, положення у водозборі та соціальної значущості землекористування. Ваги показників мають установлюватися експертно з обов’язковою перевіркою чутливості результату. Просторова інтерполяція лабораторних вимірювань може застосовуватися лише за достатньої кількості проб, аналізу варіограми та оцінювання похибки методом перехресної перевірки [7].

Практична цінність цифрового паспорта полягає у можливості виконувати попередню перевірку планувальних рішень до їх затвердження. Просторове накладання проєктних функціональних зон, земельних ділянок і шару

екологічних обмежень дає змогу виявляти конфлікти, визначати потребу в додаткових обстеженнях та обґрунтовувати черговість природоохоронних заходів. Для інвестора паспорт формує прозоре уявлення про режими використання території; для органу місцевого самоврядування – основу контролю актуальності даних; для землевпорядника – уніфіковане джерело обмежень, яке може бути інтегроване з Державним земельним кадастром і містобудівною документацією.

Реалізація підходу потребує дотримання принципів інтероперабельності. Геоінформаційні сервіси мають забезпечувати пошук, перегляд і завантаження даних, узгоджені метадані та документовані правила оновлення [8].

Водночас частина інформації про критичну інфраструктуру, наслідки бойових дій або потенційно небезпечні об’єкти не повинна бути загальнодоступною. Тому архітектура паспорта має передбачати відкритий рівень для оприлюднення нормативних обмежень, службовий рівень для верифікації та закритий рівень для чутливих даних.

Для підтримання актуальності паспорта пропонується запровадити подієву модель оновлення. Підставою для перегляду відповідного шару мають бути затвердження або зміна документації із землеустрою та містобудівної документації, реєстрація нового обмеження у Державному земельному кадастрі, отримання результатів лабораторних досліджень, фіксація істотної зміни земного покриву за матеріалами ДЗЗ або надходження повідомлення від уповноваженого органу. Кожна зміна повинна супроводжуватися фіксацією попередньої версії, дати, підстави та відповідальної особи. Версійність дасть змогу відтворювати стан обмежень на певну дату, аналізувати причини їх зміни й уникати ситуації, коли оновлена геометрія автоматично замінює юридично чинну без належного рішення.

Апробацію запропонованого підходу доцільно розпочинати з пілотної території, для якої доступні комплексний план просторового розвитку, кадастрові відомості та результати екологічних спостережень. Якість сформованого паспорта можна оцінювати за показниками повноти охоплення обмежень, частки об’єктів із підтвердженою правовою підставою, просторової узгодженості меж, актуальності метаданих і часу, потрібного для виявлення конфлікту планувальних рішень.

Порівняння цих показників до та після упровадження паспорта дозволить визначити його фактичну управлінську ефективність. Окремим результатом пілотування має стати перелік типових помилок – дублювання геометрії, розриви контурів, суперечливі класифікатори, відсутність дати актуальності – та формалізований порядок їх усунення.

Запропонований цифровий паспорт екологічних обмежень є не окремим реєстром, а прикладним рівнем інтеграції чинних наборів даних. Його впровадження дозволить поєднати нормативні відомості, результати моніторингу та просторову аналітику в єдиному робочому процесі.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на апробацію моделі в конкретній територіальній громаді, розроблення формалізованого каталогу

атрибутів і визначення показників якості даних. Це створить основу для обґрунтованого землевпорядного планування, своєчасного оновлення обмежень і прозорого визначення пріоритетів відновлення земель.

Література

1. Про національну інфраструктуру геопросторових даних : Закон України від 13.04.2020 № 554-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/554-20 (дата звернення: 15.09.2026).
2. Про охорону земель : Закон України від 19.06.2003 № 962-IV. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/962-15 (дата звернення: 15.09.2026).
3. Про затвердження Порядку здійснення моніторингу земель і ґрунтів : постанова Кабінету Міністрів України від 26.06.2013 № 444. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/444-2013-п (дата звернення: 15.09.2026).
4. Copernicus Land Monitoring Service. URL: https://land.copernicus.eu/ (date of access: 15.09.2026).
5. Sentinel-2 User Handbook. European Space Agency, 2015. 64 p. URL: https://sentinels.copernicus.eu/documents/247904/685211/Sentinel-2_User_Handbook.pdf (date of access: 15.09.2026).
6. Ukraine Fourth Rapid Damage and Needs Assessment February 2022 – December 2024. Washington, DC : World Bank, 2025. URL: https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/099022025114040022 (date of access: 15.09.2026).
7. Oliver M. A., Webster R. A tutorial guide to geostatistics: Computing and modelling variograms and kriging. *Catena*. 2014. Vol. 113. P. 56–69. DOI: https://doi.org/10.1016/j.catena.2013.09.006.
8. Технічні вимоги до геоінформаційних сервісів геопорталів національної інфраструктури геопросторових даних : наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 10.11.2021 № 347. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/z0023-22 (дата звернення: 15.09.2026).
9. Longley P. A., Goodchild M. F., Maguire D. J., Rhind D. W. Geographic Information Science and Systems. 4th ed. Hoboken : Wiley, 2015. 496 p.
10. Люсак А. В. Геоінформаційне забезпечення системи моніторингу ґрунтів в умовах війни та повоєнного відновлення. *Сучасні тенденції розвитку геодезії, землеустрою та природокористування* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., м. Миколаїв, 4 грудня 2025 р. Миколаїв : МНАУ, 2025. С. 93–97.

ГІС-ОРІЄНТОВАНИЙ КАРТОГРАФІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ПРОСТОРОВО-ЧАСОВОЇ ДИНАМІКИ АГРОХІМІЧНОГО СТАНУ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ

Остапчук С. М., к. т. н., доцент
Остапчук О. П., к. т. н., доцент
Кушнірук Н. В., бакалавр
Національний університет водного господарства та природокористування,
м. Рівне, Україна

На сучасному етапі розвитку агропромислового комплексу України особливої ваги набувають проблеми деградації ґрунтового покриву, зумовлені деструктивними антропогенними впливами, порушенням науково обґрунтованих систем сівозмін та незбалансованим внесенням мінеральних і органічних добрив. Раціональне землекористування та збереження родючості ґрунтів вимагають безперервного, об’єктивного та просторово-диференційованого контролю їхнього агрохімічного статусу. Традиційні табличні форми подання моніторингової інформації не дозволяють повною мірою оцінити геопросторову неоднорідність та локальні вектори змін властивостей ґрунту. У цьому контексті впровадження технологій геоінформаційного картографування та цифрового моделювання виступає як найбільш релевантний інструментарій для візуалізації, аналізу та прогнозування стану земельних ресурсів.

Питання цифрового тематичного картографування едафічних характеристик та оцінки екологічного стану земель активно досліджуються у наукових публікаціях [1–6]. Проте швидка трансформація меж землекористувань, реформування адміністративно-територіального устрою та необхідність адаптації моніторингових систем до потреб новостворених територіальних громад вимагають удосконалення існуючих методик велико- та середньомасштабного геоінформаційного моделювання.

Метою дослідження є науково-методичне обґрунтування та практична реалізація системи картографічного моніторингу основних агрохімічних параметрів ґрунтів аграрно розвиненого регіону (в межах географічних кордонів колишнього Здолбунівського району Рівненської області) на основі інтеграції багаторічних моніторингових даних у середовищі сучасних ГІС. Дана територія характеризується значною мозаїчністю ґрунтової структури: домінантними генетичними типами є світло-сірі опідзолені слабокам’янисті (16,8%), темно-сірі опідзолені (13,8%), а також сірі та світло-сірі опідзолені різного ступеня змитості (понад 20% сукупно) ґрунти.

Інформаційну базу дослідження сформовано за результатами IX, X та XI турів (через кожні 5 років) планової суцільної агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення, реалізованої фахівцями Рівненської філії Державної установи «Державний технологічний центр охорони родючості

ґрунтів і якості продукції» («Держґрунтохорона»). У зв'язку з російсько-українською війною подальші тури обстежень не виконувалися.

Оскільки первинні агрохімічні обстеження здійснювалися поконтурно на рівні окремих елементарних ділянок (полів), конфігурація та підпорядкованість яких зазнавали постійних змін внаслідок трансформації господарств, виникла потреба просторового узагальнення даних. З метою забезпечення часової порівнянності та системності аналізу, первинні матриці даних були агреговані шляхом розрахунку середньозважених значень досліджуваних інгредієнтів у межах сталих адміністративно-територіальних одиниць базового рівня – колишніх сільських рад (станом на період до реформи 2020 року).

Технологічна схема картографічного моделювання реалізована в геоінформаційному середовищі ArcGIS/ArcMap. Укладання серії з 15 авторських тематичних карт виконано в єдиній картографічній проєкції (рівнокутна поперечно-циліндрична Гаусса-Крюгера) у базовому масштабі 1:250 000. Основним картографічним способом відображення просторової інформації обрано спосіб кольорових картограм. Градації колірних шкал встановлено відповідно до офіційно затверджених нормативно-технічних класифікацій рівнів забезпеченості ґрунтів поживними речовинами. Окрім цього, на усіх тематичних картах наведені і конкретні кількісні середньозважені значення, що дозволяє визначати зміни тих чи інших показників в межах окремих територіальних утворень впродовж відповідних часових періодів. З метою встановлення загального характеру динаміки середньозважених показників для усій території регіону побудовано просторові діаграми.

Впровадження ГІС-технологій дозволило трансформувати дискретні агрохімічні відомості у континіальні геопросторові моделі, що відображають просторову диференціацію pH, гумусу, азоту, фосфору, калію протягом десятирічного моніторингового вікна.

Моніторинг реакції ґрунтового розчину (pH). Кислотність (pH) вважається головним індикатором, базовим «фундаментом» хімії ґрунту, оскільки вона визначає доступність усіх інших елементів живлення, тим самим дозволяє ідентифікувати можливі проблемні чи потенційно родючі землі. Щодо реакції ґрунтового розчину (pH), картографічні моделі виділили стійкі ареали кислих ґрунтів, які потребують першочергового проведення хімічної меліорації (вапнування), переважно у межах колишніх Старомощаницької і Ступнівської сільських радах. А от на території колишніх Миротинської та Уїздецької сільських рад виявлені ареали лужних ґрунтів, для підкислення яких корисним буде внесення органічних матеріалів (тирси, хвої) та неорганічних добрив (аміачної селітри, сульфату калію).

Моніторинг гумусового стану. Гумус визначає структуру ґрунту, його здатність утримувати вологу та катіонний обмін. Високий вміст гумусу свідчить про високий природний потенціал постачання поживних речовин, а також пом'якшує негативний вплив занадто високої чи низької кислотності (pH). Картографічні моделі вмісту органічної речовини підтвердили затяжну стабілізацію або прихований дегумусовий тренд на землях дрібних власників,

натомість великі товарні землекористувачі за рахунок заорювання побічної продукції рослинництва демонструють локальне відтворення запасів гумусу, переважно у західній частині досліджуваного регіону. Найбільші ареали з низьким вмістом гумусу виявлені на території колишніх Будеразької і Бущанської сільських рад.

Моніторинг азотного режиму. Азот є важливим макроелементом, оскільки покращує структуру ґрунту, підвищує його родючість, утримує воду і сприяє здоровому росту рослин. Вважається найбільш рухомим і мінливим елементом у ґрунті. На основі розроблених картографічних моделей встановлено, що просторовий розподіл легкогідролізованого азоту характеризується помітною неоднорідністю. У початковій точці моніторингу (IX тур) вагома частка площ відповідала низькому та середньому рівням забезпеченості, із коливанням середньозважених числових значень на території колишніх сільських радах від мінімальних 55 мг/кг (Спасівська сільська рада) до максимальних 130 мг/кг (Бущанська та Дерманська Перша сільські ради). Протягом X та XI турів зафіксовано чітку тенденцію до перерозподілу площ у бік середнього та підвищеного рівнів забезпеченості, що зумовлено зміною структури внесення азотних добрив сучасними агрохолдингами. Водночас ГІС-аналіз виявив стійкі локальні зони дефіциту азоту на півдні регіону (зокрема, Будеразька сільська рада), де едафо-кліматичні умови вимагають інтенсифікації азотного живлення.

Моніторинг розподілу рухомого фосфору. Відомо, що недостатній вміст фосфору призводить до затримки росту і розвитку рослин, а його надлишок заважає формуванню достатнього обсягу урожаю. З огляду на це, фосфорне живлення рослин має бути оптимальним. Аналіз розроблених ГІС-шарів фосфорного режиму виявив високий рівень акумуляції фосфатів у північній частині (зона інтенсивного землеробства). Найбільше занепокоєння з цього приводу викликає стан ґрунтів на території колишніх Богдашівської, Здовбицької і Новосілківської сільських рад.

Моніторинг вмісту обмінного калію. Недостатній, як і надмірний вміст калію, негативно позначається на врожайності сільськогосподарських культур. Калій, як чинник якісних параметрів рослинної продукції, продемонстрував високу амплітуду просторового варіювання. Створені цифрові картограми зафіксували, що у IX турі домінували площі із середнім (71,5%) та низьким (22,9%) рівнем забезпеченості калієм. А от у X турі частка низькозабезпечених земель зросла до 33,0%, що сигналізувало про загрозливий від'ємний баланс елемента в ґрунті. Проте матеріали XI туру продемонстрували суттєву трансформацію едафічного стану: частка низькозабезпечених площ помітно скоротилася (2,0%), тоді як території з підвищеним вмістом калію зросли до 24,1%. Локації з найменшими значеннями середньозваженого вмісту зафіксовані на території колишньої Будеразької сільської ради, а з найбільшими – Півченської. Загальний тренд, відображений на підсумкових ГІС-діаграмах, вказує на оптимізацію калійного режиму з підняттям загальнорегіонального середньозваженого показника зі 100 мг/кг до 109 мг/кг.

Загальні висновки та перспективи подальших досліджень.

1. Інтеграція багаторічних моніторингових даних ДУ «Держґрунтохорона» у середовище ArcGIS дозволила створити цілісну систему картографічного моніторингу агрохімічного стану ґрунтів Здолбунівщини, що складається з серії порівняльних цифрових картограм і часових діаграм.

2. ГІС-моделювання просторово-часової динаміки едафічних характеристик дозволило локалізувати критичні зони основних агрохімічних властивостей ґрунтів (дефіциту чи надлишку), що є підставою для негайної корекції технологічних карт живлення рослин.

3. Розроблені просторові моделі є інформаційною основою для оптимізації сівозмін, диференційованого застосування туків у межах точного землеробства та формування стратегій екологічно безпечного розвитку новостворених територіальних громад.

4. Перспективи подальших досліджень полягають у переході від дискретного картографування за адміністративними межами до створення безперервних растрових поверхонь агрохімічних показників методами геостатистичної інтерполяції (кригінгу) та залучення даних дистанційного зондування Землі.

Література

1. Балюк С. А., Воротинцева Л. І., Соловей В. Б., Шимель В. В. Реалії українського чорнозему: сучасний стан, еволюція, охорона та стале управління. *Вісник аграрної науки.* 2023. №101(3). С. 5–13. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202303-01.

2. Ковальчук І. П., Ковальчук А. І. Структура цифрового атласу вартості земель України. *Часопис картографії*. 2019. № 20. С. 5–27.

3. Лебедь В. В., Залавський Ю. В. Сучасні методи дослідження ґрунтового покриву з використанням інформаційно-комунікаційних технологій. *Вісник аграрної науки.* 2018. №96(3). С. 84–87. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201803-15.

4. Остапчук С. М., Остапчук О. П., Кушнірук Н. В. Картографічне моделювання вмісту калію у ґрунтах Здолбунівщини Рівненської області. *Український журнал природничих наук*. 2024. №8. С. 111–118. DOI: https://doi.org/10.32782/naturaljournal.8.2024.12.

5. Пивовар П. В., Николюк О. М., Топольницький П. П. Аналіз земного покриву територіальних громад Житомирської області з використанням ГІС-технологій. *Український журнал природничих наук.* 2022. №2. С. 95–117. DOI: https://doi.org/10.35433/naturaljournal.2.2023.95-117.

6. Пономаренко О. М., Никифоров В. В., Яковенко В. М. Зміни хімічних і мікроморфологічних властивостей ґрунтів Полтавської області України за останні 130 років. *Український географічний журнал.* 2022. №1. С. 18–26. DOI: https://doi.org/10.15407/ugz2022.01.018.

ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СУЧАСНОГО ЗЕМЛЕУСТРОЮ: СТАН, ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

Пендзей Л. П., к. е. н., асистент
ЗВО «Подільський державний університет»,
м. Кам'янець Подільський, Україна

Трансформація земельних відносин в Україні, повноцінне функціонування ринку земель сільськогосподарського призначення та розширення повноважень територіальних громад щодо розпорядження земельними ресурсами зумовлюють кардинальну зміну парадигми землеустрою. Землеустрій перестав бути суто комплексом землевпорядно-технічних дій щодо встановлення чи відновлення меж ділянок на місцевості. Сьогодні це багатовимірна система просторового планування, екологічної оптимізації землекористування, захисту прав власності та комплексного моніторингу територіального розвитку.

Динамічність земельно-ресурсного потенціалу вимагає швидкої, високоточної та аналітично обґрунтованої обробки значних масивів просторових даних. Традиційні аналогові методи документування та камеральної обробки вичерпали себе, створюючи ризики топографо-геодезичних колізій, накладок і дублювання інформації. Тому геоінформаційні системи (ГІС) та технології стають не просто прикладним інструментом інженера-землевпорядника, а базовою методологічною платформою для формування цифрової моделі землекористування, прийняття управлінських рішень та сталого просторового розвитку [1, 2].

Сучасний рівень розвитку геоінформаційного забезпечення в землеустрої характеризується переходом від автоматизації локальних креслярських операцій до формування інтегрованих баз геопросторових даних. Можна виокремити такі ключові напрями практичного впровадження ГІС-інструментів:

- Створення первинної геопросторової бази: Застосування високоточних супутникових радіонавігаційних систем (GNSS) у режимах RTK і статичних вимірювань у комплексі з матеріалами безпілотних літальних апаратів (БПЛА) і дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). Усі геодезичні виміри інтегруються в державну геодезичну референцну систему координат УСК-2000, що мінімізує спотворення просторових метрик.
- Камеральне розроблення землевпорядної документації: Використання спеціалізованих програмних середовищ (ArcGIS, QGIS, Digitals тощо) для просторового моделювання земельних ділянок, автоматизованого формування кадастрових планів, обмінних файлів (XML) та каталогів координат поворотних точок меж.
- Функціонування кадастрових систем: Наповнення та ведення Державного земельного кадастру (ДЗК) спирається на геоінформаційну архітектуру, що забезпечує відкритий доступ до меж ділянок, їхніх цільових призначень та встановлених обмежень і обтяжень.
- Просторове планування територій громад: Розроблення

комплексних планів просторового розвитку територій територіальних громад відповідно до Закону України № 711-IX вимагає створення єдиної топографо-геодезичної та землевпорядної основи у вигляді структурованої геобази даних [2, 5].

Архітектура інтегрованої моделі просторових даних у системі сучасного землеустрою представлена на рис. 1.



Рис. 1. Етапи прийняття землевпорядних рішень засобами просторового аналізу

Така структура перетворює план землекористування на інтелектуальну інформаційну модель, де кожен земельний контур містить повну атрибутивну характеристику: правовий статус, нормативну грошову оцінку, агровиробничі групи та бонітет ґрунтів [4].

Незважаючи на значні технологічні здобутки, практична реалізація геоінформаційного забезпечення стикається із серйозними перешкодами:

- Просторові похибки ретроспективних даних: Однією з найгостріших проблем залишається наявність помилок у ДЗК – накладок (перетинів) меж ділянок, розривів та зміщень. Це наслідок того, що значна частина правовстановлюючих документів видавалася в локальних (умовних) або застарілих системах координат (СК-63) із невисокою точністю зйомки, а подальший перерахунок в УСК-2000 відбувався з математичними та методичними неточностями.
- Відомча розпорошеність просторових даних: Ефективний просторовий землеустрій потребує постійної синхронізації відомостей земельного, лісового, водного кадастрів, містобудівної документації та Державного реєстру речових прав на нерухоме майно. Досі зберігається

фрагментарність взаємодії між цими системами, що суттєво уповільнює процедури експертизи та затвердження проєктів землеустрою [6].

- Недостатня актуальність тематичних шарів: Топографічні матеріали масштабу 1:10 000, ґрунтові обстеження минулих десятиліть та схеми землеустрою часто втратили актуальність. Без регулярного оновлення картооснови розрахунковий потенціал ГІС не реалізується повною мірою.
- Виклики воєнного стану та повоєнного відновлення: Значні площі сільськогосподарських угідь зазнали механічних ушкоджень, мінування та хімічного забруднення. Традиційні польові зйомки на таких ділянках несуть загрозу життю, що вимагає розгортання спеціалізованих ГІС-контурів на основі високороздільних супутникових знімків для дистанційної фіксації деградації ґрунтів і збитків.

Подальше вдосконалення землеустрою на основі ГІС лежить у площині міжгалузевої стандартизації та впровадження новітніх інструментів геомоделювання:

- Інтеграція в Національну інфраструктуру геопросторових даних (НІГД): Перехід до єдиних відкритих протоколів (OGC-стандартів) дозволить суб'єктам земельних відносин працювати в єдиному інтероперабельному цифровому середовищі без додаткової конвертації [1, 6].
- Оптимізація та планування землекористування в умовах ринку земель: функціонування обігу земель вимагає нових методологічних засад раціональної організації землекористування [3]. Застосування інструментів просторового аналізу дозволяє автоматизувати обґрунтування консолідації сільськогосподарських угідь, ліквідувати черезсмужжя, оптимізувати контури полів і сформувати екологічно безпечні агроландшафти.
- Розвиток муніципальних ГІС: Створення локальних геопорталів дає органам місцевого самоврядування дієвий механізм адміністрування плати за землю, виявлення самовільно зайнятих або неефективно використовуваних земель комунальної власності та інвентаризації земель запасу [4].
- Хмарні геосервіси та автоматизована валідація: Розгортання веборієнтованих рішень забезпечить автоматичну верифікацію геометрії меж і семантичних атрибутів землевпорядної документації ще на стадії її завантаження до електронних реєстрів.

Геоінформаційне забезпечення є ключовим інструментом розбудови прозорого, точного та науково обґрунтованого землеустрою. Впровадження ГІС дає змогу подолати суто технічний підхід і трансформувати землеустрій у стратегічний механізм управління просторовим розвитком територій.

Подолання наявних бар'єрів – від корекції просторових невідповідностей у кадастрі до розроблення геобаз комплексних планів розвитку громад – можливе лише на засадах інтероперабельності НІГД та розширення аналітичного моделювання. Подальша цифровізація землевпорядного процесу гарантуватиме надійний захист прав землевласників та ефективне збереження земельно-ресурсного потенціалу країни.

Література

1. Закон України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних» від 13.04.2020 р. № 554-IX. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/554-20#Text.
2. Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо планування використання земель» від 17.06.2020 р. № 711-IX. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/711-20#Text.
3. Дорош Й. М., Тарнопольський А. В., Маланчук В. М. Особливості формування баз геопросторових даних при розробленні комплексних планів просторового розвитку громад. Землевпорядний вісник. 2022. № 8. С. 28–34.
4. Територіально-просторове планування землекористування: навч. посібник / А. М.Третяк, В. М. Третяк, Т. М. Прядка, Н. А. Третяк; за ред. А. М. Третяка. Біла Церква: «ТОВ «Білоцерківдрук», 2022. 168 с.
5. Лященко, А., Черін, А. Архітектура, функціональна модель та засоби реалізації геопорталів містобудівного кадастру. *Містобудування та територіальне планування* 2019. № 71. С. 246–260. DOI: https://doi.org/10.32347/2076-815x.2019.71.246-260.
6. Пендзей Л. П. Формування та інституційне забезпечення ринкового обігу земель сільськогосподарського призначення. Землеустрій, кадастр і моніторинг земель. 2015. № 4. С. 82–90.

ОСОБЛИВОСТІ ВІДВЕДЕННЯ ЗЕМЕЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ ФЕРМЕРСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВУ ЗЕМЕЛЬ ЗАПАСУ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ

Самосій О. В., асистент
Поліський національний університет
м. Житомир, Україна

Україна в економічному плані є аграрною державою. Сільське господарство відіграє важливу роль у житті суспільства, оскільки є однією з провідних галузей нашої економіки. Саме тому землі сільськогосподарського призначення мають найвищу пріоритетність використання [6]. Через нераціональне їх використання землевласниками чи землекористувачами досить часто спостерігається зниження якості земель, зокрема і родючості ґрунту. Гумус не є сталим показником. Він фактично залежить від особливостей використання земель у сільському господарстві [1]. Відповідно до законодавства України землекористувачі мають підтримувати бездефіцитний баланс гумусу. Основними способами досягти цього є: внесення мінеральних та органічних добрив, впровадження оптимальних для території сівозмін та в цілому раціональне використання земельних ресурсів.

Раціональне використання та управління земельними ресурсами регулюються низкою законів, підзаконно-нормативних актів тощо. Найважливішими з них є Земельний кодекс, Закон України "Про землеустрій" і Закон України «Про форми власності на землю» [2–5].

Метою дослідження була розробка проекту відведення земельної ділянки фермерському з врахуванням особливостей території його розташування.

У сільськогосподарських підприємствах за первинні одиниці прийнято поле або ділянка, які обмежені природними або штучними кордонами (межами, дорогами, лісовими смугами, каналами та ін.).

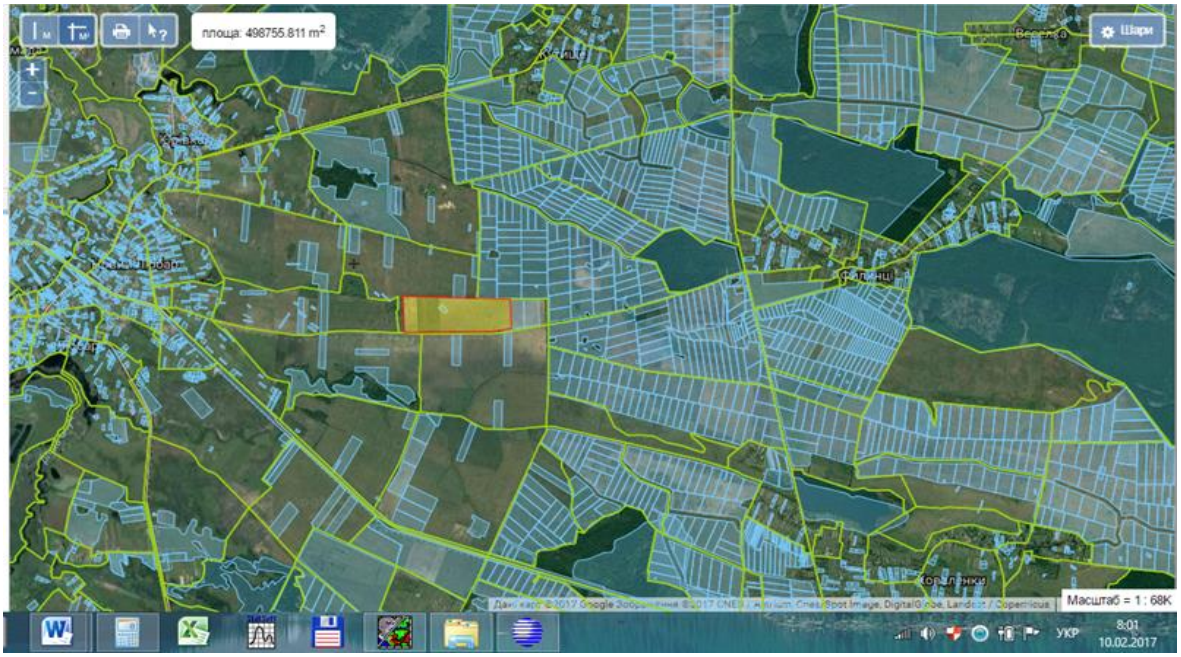


Рис. 1. Схема розташування земельної ділянки фермерського господарства

Фермерське господарство створене за рахунок земель запасу Юріївського старостинського округу на території Любарської територіальної громади Житомирської області.

Під час виділення полів були враховані природні чинники, а також можливості використання сільськогосподарської техніки. На виділеній земельній ділянці обмежень щодо екологічних чинників не встановлено, земельна ділянка має однакові природні ознаки та однакову характеристику, тому поля проектували правильної форми, з агротехнічно-необхідною довжиною поля.

Спочатку були вивчені і проаналізовані матеріали попереднього погодження місця розташування земельної ділянки, документи та графічні матеріали, що обґрунтовують розмір запроектованої до відведення земельної ділянки.

Наступним етапом було виготовлення плану відведення земельної ділянки. Був визначений склад угідь запроектованої до відведення земельної ділянки та вирахування їх площ. Земельна ділянка складається з ріллі площею 51,96 га. Вирахували площу земельної ділянки, що запроектована до відведення

в розрізі угідь та землекористувачів, за рахунок яких відводиться земельна ділянка. Складена експлікація в розрізі землекористувачів по угіддях.

Відповідно до проекту відведення запроектовані чотири поля. Поля №1, №2 та №3 мають правильну прямокутну форму із співвідношенням сторін 1:1,5, а поле №4 – форму трапеції. Така конфігурація дозволяє скоротити витрати на холості заїзди і повороти при поздовжніх роботах. Поле №1, №2 складається із двох типів ґрунтів, 37г та 37в, а поле №3 та №4 – із одного типу – 37 в. Всі поля мають однаковий гранулометричний склад та однакову величину балансу родючості (рис. 2).

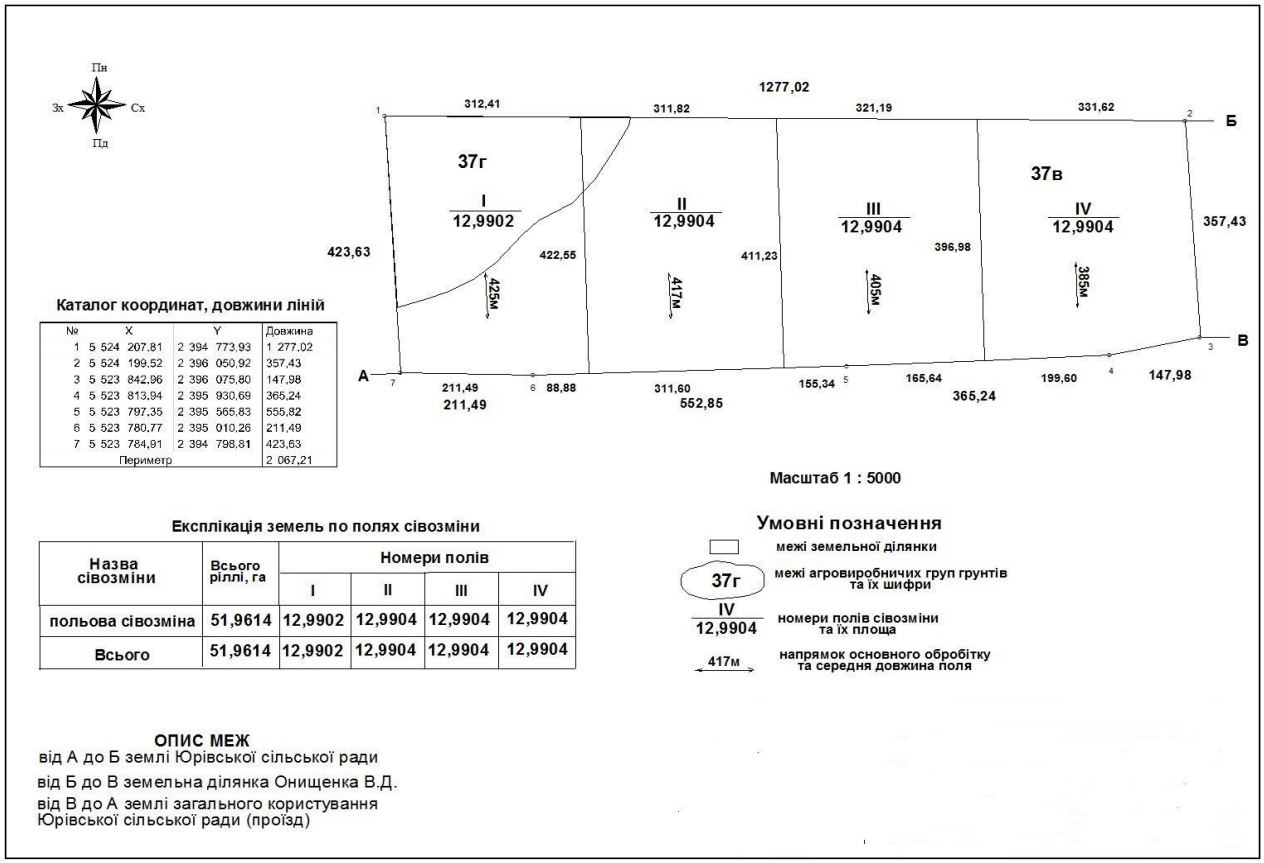


Рис. 2. План організації території сівозміни фермерського господарства

Була запроектована чотирьохпільна сівозміна з наступним чергуванням культур:

1. пшениця озима
2. соя
3. кукурудза
4. овес

Також складена відповідна ротаційна таблиця, в якій визначено чергування культур за період ротації сівозміни, тобто періоду, під час якого культури проходять через кожне поле в послідовності, яка встановлена схемою чергування культур (табл. 1).

Таблиця 1

Ротаційна таблиця фермерського господарства

Номер поля	2026	2027	2028	2029
1	пшениця озима	соя	кукурудза на зерно	овес
2	соя	кукурудза на зерно	овес	пшениця озима
3	кукурудза на зерно	овес	пшениця озима	соя
4	овес	пшениця озима	соя	кукурудза на зерно

В результаті перенесення проекту внутрішньогосподарського землеустрою в натуру будуть створенні сприятливі організаційно-територіальні і виробничі умови для раціональної організації виробництва фермерського господарства в цілому, а також високопродуктивного використання земель територіальної громади, впровадження науково обґрунтованої сівозміни, і, зрештою, для одержання високих урожаїв при одночасному підвищенні родючості ґрунту й рентабельності господарства.

Література

1. Балюк С. А., Носко Б. С., Скрильник Є. В. Сучасні проблеми біоло-гічної деградації чорноземів і способи збереження їх родючості. *Вісник агарної науки.* 2016. С. 11–17.

2. Про державний контроль за використанням та охороною земель: закон України від 16.09.2008. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/963-15#Text.

3. Про землеустрій: закон України від 05.11.2009. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/858-15#Text.

4. Про порядок виділення в натурі (на місцевості) земельних ділянок власникам земельних часток (паїв): закон України від 5.07.2003. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/899-15#Text.

5. Порядок розроблення проектів землеустрою, що забезпечують еколого-економічне обґрунтування сівозміни та впорядкування угідь [Електронний ресурс]. URL: http://zakon4.rada.gov.ua/laws.

6. Третяк А.М. Землевпорядне проектування: *Теоретичні основи і територіальний землеустрій*: навч. посібник. К.: Вища освіта, 2006. 528 с.

ЗАСТОСУВАННЯ ДАНИХ ДЗЗ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ЗЕМЛЯМИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ НА ПРИКЛАДІ ЗДОЛБУНІВСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ

Шульган Р. Б., к. т. н., доцент
Ніколайчук К. М., к. т. н., доцент
Ліщинський А. Г., к. т. н., доцент
Національний університет водного господарства та природокористування,
м. Рівне, Україна

Ефективне використання земель сільськогосподарського призначення є одним із важливих завдань сучасного землеустрою та управління територіями. Земельні ресурси характеризуються значною просторовою диференціацією за ґрунтовими властивостями, рельєфом, умовами зволоження, рівнем продуктивності та характером фактичного використання. Прийняття управлінських рішень щодо використання сільськогосподарських земель потребує комплексного врахування значної кількості даних. Традиційні методи отримання такої інформації, які передбачають проведення значного обсягу польових обстежень, потребують значних часових і фінансових ресурсів. У зв'язку з цим особливого значення набуває використання технологій дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) у поєднанні з геоінформаційними системами (ГІС).

Дані ДЗЗ забезпечують можливість оперативного отримання інформації про значні за площею території та дозволяють проводити регулярні спостереження. Їх застосування дозволяє здійснювати моніторинг змін земельного покриву, оцінювати стан рослинності, виявляти ділянки зі зниженою продуктивністю, аналізувати рельєф та визначати потенційні ризики деградації земель. Інтеграція таких даних із кадастровою, ґрунтовою та іншою тематичною інформацією створює комплексну інформаційну систему підтримки прийняття управлінських рішень [1].

Актуальність такого підходу особливо проявляється на рівні територіальних громад, які здійснюють управління значними масивами земельних ресурсів.

Метою дослідження є обґрунтування можливостей застосування даних ДЗЗ для інформаційного забезпечення управління землями сільськогосподарського призначення на прикладі Здолбунівської територіальної громади Рівненської області.

Вихідними матеріалами дослідження були планово-картографічні матеріали, матеріали обстеження ґрунтів, супутникові знімки та методична інформація. Основна обробка просторових даних виконувалася із застосуванням ГІС-технологій у програмному середовищі ArcGIS [4].

Для формування комплексної геоінформаційної системи були використані шари межі територіальної громади, природно-сільськогосподарських районів, ґрунтів, горизонталей, рельєфу, крутизни схилів, NDVI, полів сівозмін,

ґрунтозахисної сівозміни та земельних ділянок. Для їх формування використовувалися різні джерела просторової інформації, зокрема супутникові дані, ґрунтові та картографічні матеріали, а також дані щодо земельних ділянок.

Одним із основних напрямів застосування ДЗЗ є моделювання рельєфу. Для цього використано цифрові дані SRTM 1 Arc-Second Global, отримані через ресурс EarthExplorer [2]. На їх основі сформовано цифрове представлення рельєфу території Здолбунівської територіальної громади та побудовано горизонталі. Моделювання рельєфу за даними SRTM дозволило отримати цифрову модель висот (рис. 1) та на її основі побудувати картограму крутизни схилів (рис. 2).

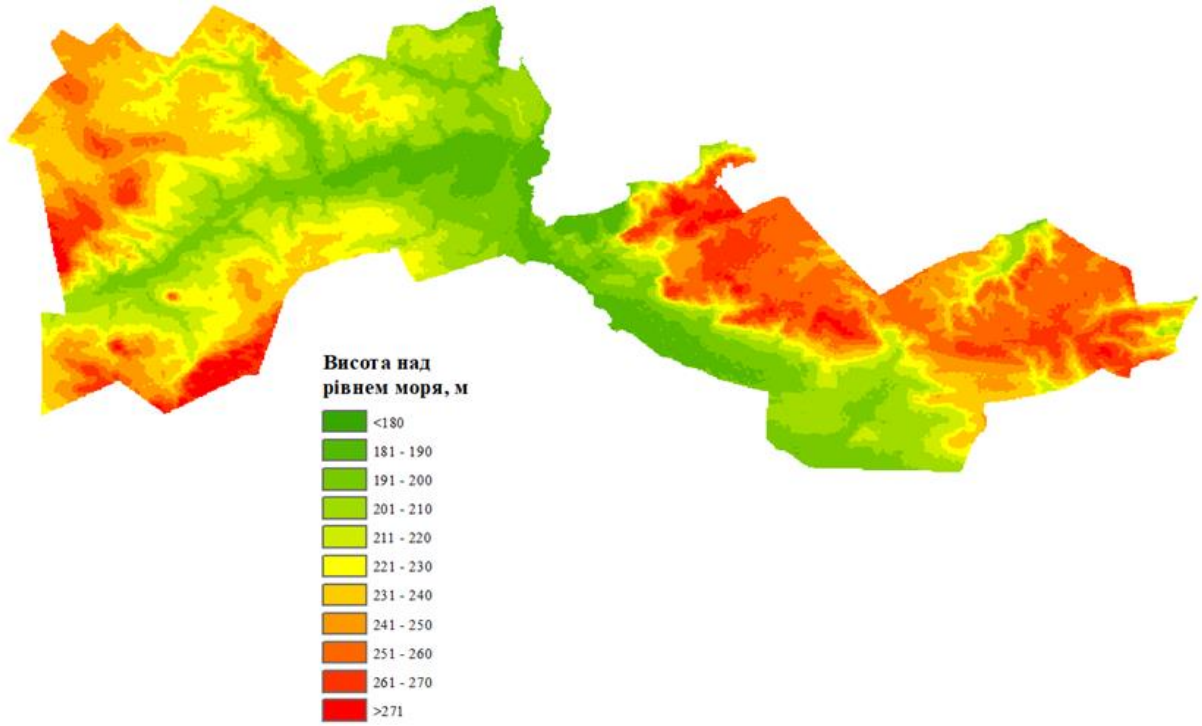


Рис. 1. Рельєф Здолбунівської територіальної громади побудований на основі даних SRTM

Така інформація є важливою не лише для візуалізації рельєфу, але й для диференціації території за придатністю до різних способів сільськогосподарського використання. Створена картограма крутизни схилів, може використовуватись для оцінювання придатності земель та проектування сівозмін.

Відповідно до загальноприйнятої в землеустрої класифікації, земельні ділянки з ухилом від 0 до 3° визначалися як придатні для польової сівозміни; від 3 до 7° – для ґрунтозахисної сівозміни; від 7 до 10° – для залуження; ділянки з ухилом понад 10° – для заліснення. Такий підхід дає можливість врахувати просторові характеристики рельєфу під час планування використання земель.



Рис. 2. Картограма крутизни схилів Здолбунівської територіальної громади

Врахування крутизни схилів дозволяє перейти від загального аналізу земельних ресурсів до диференційованого управління окремими земельними масивами. Зокрема, землі з незначними ухилами можуть використовуватися для традиційної польової сівозміни, тоді як ділянки зі значнішими ухилами потребують застосування ґрунтозахисних технологій. Таким чином, дані ДЗЗ можуть бути використані як інформаційна основа для територіального планування сільськогосподарського землекористування.

Другим важливим напрямом стало застосування мультиспектральних супутникових даних Landsat Collection 2 Level-2 для розрахунку нормалізованого вегетаційного індексу NDVI [2]. У дослідженні використано знімки за червень та серпень 2024 року. Для розрахунку NDVI застосовувалися канали B4 та B5, а обчислення виконувалося в ArcGIS за допомогою інструмента «Калькулятор растра» [3, 4].

Значення NDVI характеризують інтенсивність розвитку рослинності та можуть використовуватися для просторового аналізу стану посівів. Порівняння знімків за різні дати дозволяє встановлювати динаміку рослинного покриву протягом вегетаційного періоду.

Особливе значення для оперативного моніторингу мають результати розрахунку NDVI. У дослідженні порівнювалися супутникові знімки за червень і серпень 2024 року (рис. 3). Аналіз червневого знімка дозволив спостерігати розвиток рослинності та початок сходження частини сільськогосподарських культур. На серпневому знімку зафіксовано іншу просторову картину, пов'язану, зокрема, зі збиранням урожаю.

Таким чином, використання серії супутникових знімків, а не окремого зображення, дає можливість перейти від одноразової оцінки стану земель до динамічного моніторингу. Це є принципово важливим для управління

сільськогосподарськими землями, оскільки стан посівів змінюється протягом усього вегетаційного періоду.

Важливою перевагою NDVI є можливість виявлення просторових аномалій у межах одного поля. Ділянки зі зниженими значеннями індексу можуть бути пов'язані з несприятливими умовами росту рослин, нестачею вологи, пошкодженням посівів або іншими факторами. У матеріалах дослідження зазначено, що NDVI може використовуватися для виявлення проблемних ділянок, зокрема пов’язаних із посухою та захворюваннями рослин, ще до того, як зміни стануть чітко помітними під час наземного огляду.

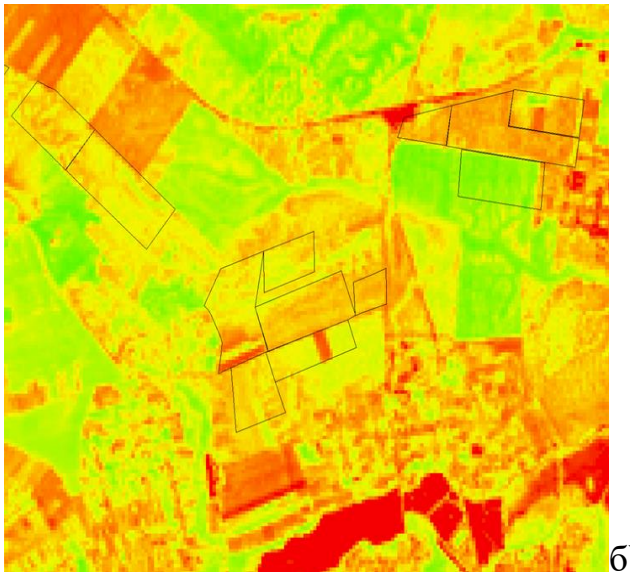
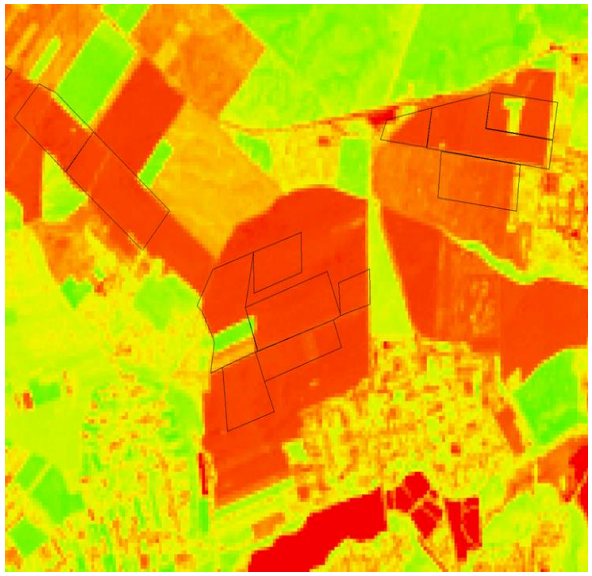
а)  б) 

Рис. 3. Результат розрахунку індексів NDVI за знімками станом а) на червень 2024 року, б) на серпень 2024 року

На основі значень NDVI виконано класифікацію території за такими класами: водні об’єкти; рілля без рослинності та забудовані землі; порушені землі; чагарникова та трав'яна рослинність; рідколісся; густа рослинність і ліси (рис. 4).

Такий підхід дозволяє використовувати результати супутникового моніторингу не тільки для оцінки стану посівів, а й для уточнення фактичної структури земельного покриву. Порівняння класифікованих матеріалів із кадастровими та картографічними даними потенційно дає можливість виявляти невідповідності між фактичним та обліковим використанням земель.

Отже, супутниковий моніторинг створює можливість переходу від періодичного обстеження земель до систематичного спостереження за їх станом. Це особливо важливо для територіальних громад, де кількість земельних ділянок і площа сільськогосподарських угідь ускладнюють проведення регулярного наземного контролю.

Застосування даних дистанційного зондування Землі у поєднанні з геоінформаційними технологіями забезпечує формування актуальної

просторової інформації для ефективного управління землями сільськогосподарського призначення.

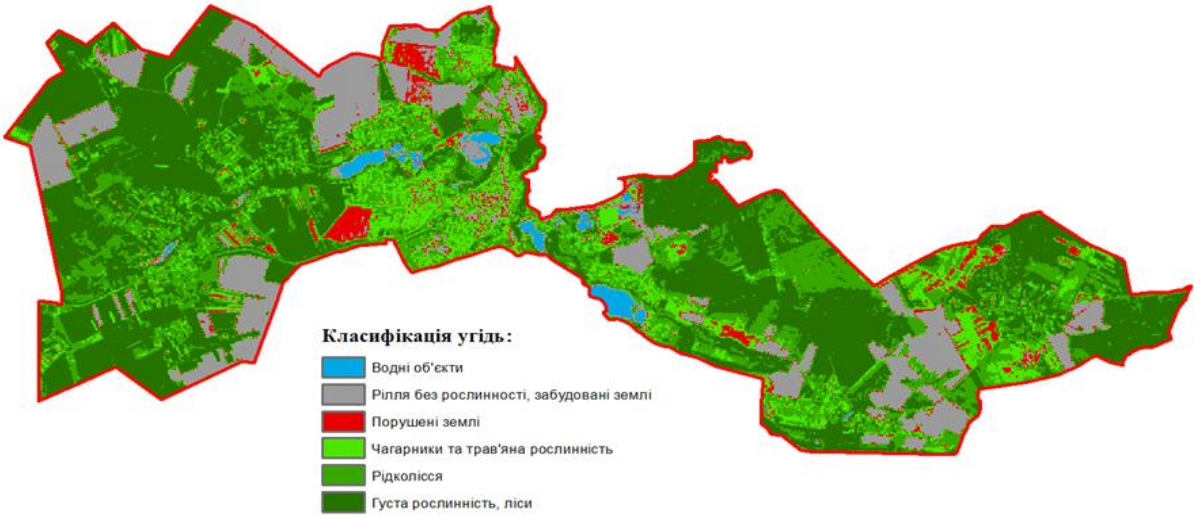


Рис. 4. Класифікація угідь за даними індексів NDVI

Використання даних SRTM дозволило побудувати цифрову модель рельєфу та картограму крутизни схилів, що дає можливість диференціювати територію за придатністю до різних способів сільськогосподарського використання та обґрунтовувати вибір ґрунтозахисних заходів.

Розрахунок NDVI за супутниковими знімками Landsat за червень і серпень 2024 року продемонстрував можливість оперативного оцінювання стану рослинності та його сезонної динаміки. Класифікація земель за значеннями NDVI може застосовуватися для уточнення фактичної структури земельного покриву та виявлення ділянок із потенційними проблемами використання.

Інтеграція даних ДЗЗ із ґрунтовою, кадастровою та картографічною інформацією в середовищі ArcGIS створює комплексну інформаційну основу для моніторингу земель, планування сівозмін, виявлення деградаційних процесів та обґрунтування управлінських рішень. Отримані результати підтверджують доцільність використання технологій ДЗЗ і ГІС для раціонального та екологічно збалансованого використання сільськогосподарських земель територіальних громад.

Література

1. Види дистанційного зондування Землі та їх застосування : веб-сайт. URL: https://eos.com/uk/blog/vydy-dystantsiinoho-zonduvannia/ (дата звернення 11.09.2026 р.)

2. EarthExplorer. URL: https://earthexplorer.usgs.gov/ (дата звернення 11.09.2026 р.)

3. Як супутники допомагають фермерам у роботі : веб-сайт. URL: https://expedicia.org/yak-suputniki-dopomagayut-fermeram-u-r/ (дата звернення 11.09.2026 р.).
4. ArcGIS tutorials. URL: https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/get-started/introduction/arcgis-tutorials.htm (дата звернення 11.09.2026 р.)

Наукове видання

Актуальні проблеми землеробської галузі та шляхи їх вирішення

Current Challenges in Crop Production and Ways to Address Them

збірник матеріалів
міжнародної науково-практичної конференції

м. Миколаїв, 18 вересня 2026 р.

Формат 60×84 1/16 Ум. друк. арк. 7,2
Тираж 100 прим. Зам. № ____

Надруковано у видавничому відділі
Миколаївського національного аграрного університету
54008, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.