

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

КАФЕДРА АГРОБІОЛОГІЇ ТА БІОХІМІЇ

**«СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ БІОЛОГІЇ В
УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ»
Всеукраїнська наукова Інтернет-конференція**



25 червня 2026 року

Умань – 2026

Рекомендовано до друку методичною комісією факультет біоресурсів і природокористування Уманського НУ (протокол № 8 від 7 липня 2026 року)

ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Голова оргкомітету:

Карпенко В. П., д. с.-г. н., професор кафедри агробіології та біохімії

Члени оргкомітету:

Козаченко І. В., к. с.-г. н., доцент, в.о. декана факультету біоресурсів і природокористування

Розборська Л. В., к. с.-г. н., доцент, завідувач кафедри агробіології та біохімії;

Парубок М. І., к. б. н., доцент;

Леонтюк І. Б., к. с.-г. н., доцент;

Заболотний О. І., к. с.-г. н., доцент;

Притуляк Р. М., к. с.-г. н., доцент;

Мамчур Т. В., к. с.-г. н., доцент;

Жиляк І. Д., к. хім. н., доцент;

Даценко А.А. – к. с.-г. н., доцент;

Ляховська Н.О. – старший викладач

Відповідальний секретар:

Леонтюк І.Б., к. с.-г. н., доцент кафедри агробіології та біохімії

Сучасні проблеми біології в умовах змін клімату: матер. Всеукраїнської наукової Інтернет-конференції (25 червня 2026 року). Умань: Уманський НУ, 2026. 93 с.

У збірнику матеріалів Всеукраїнської наукової Інтернет конференції висвітлено результати наукових досліджень викладачів, аспірантів та студентів Уманського національного університету та інших навчальних і наукових установ.

Березовський А. А. АЗОТПЕРЕТВОРЮВАЛЬНА МІКРОБІОТА РИЗОСФЕРИ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ГОЛОЗЕРНОГО ЗА ДІЇ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ	6
Боровик П.М., Рудий Р.М., Удовенко І.О., Сердюк С.Р. ШТУЧНІ НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ В УПРАВЛІННІ ЗЕМЕЛЬНИМИ РЕСУРСАМИ: СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ	8
Броннікова Л.І., Хоменко ЛО., Куманська Ю.О. ВИВЧЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ НІТРАТРЕДУКТАЗИ В ЗВ'ЯЗКУ З ПРОДУКТИВНІСТЮ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР – НОВИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ НАПРЯМОК У РОСЛИННИЦТВІ	10
Василенко О.В. МІЖНАРОДНІ ЕКОЛОГІЧНІ РЕГЛАМЕНТИ ТА ЇХ ВПЛИВ НА АГРАРНУ ПРАКТИКУ	12
Гнатюк Н. О. АЛЕЛОПАТИЧНА АКТИВНІСТЬ ТРОЯНД (<i>Rosa L.</i>) ТА ЇЇ ЗНАЧЕННЯ В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ	15
Гурський І.М., Імамов В.О. ОЦІНКА ТРАНСФОРМАЦІЇ ЕДАФОТОПІВ ЗА УМОВ ПІДТОПЛЕННЯ	18
Гурський І.М., Мельник В.О. СЕДИМЕНТАЦІЯ АТМОСФЕРНИХ АЕРОЗОЛІВ НАСАДЖЕННЯМИ <i>JUNIPERUS COMMUNIS L.</i> В УМОВАХ УРБОТЕХНОГЕНЕЗУ	20
Гурський І.М., Парубок В.О. ОЦІНКА ФІТОТОКСИЧНОСТІ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ У ЗОНАХ ВПЛИВУ ПОЛІГОНІВ ТПВ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ	22
Даценко А.А. ВПЛИВ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ ДИХАННЯ РОСЛИН ГРЕЧКИ ЯК ПОКАЗНИК АКТИВНОСТІ МЕТАБОЛІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	24
Єськов Ю.В., Приплавко С.О. НАУКОВІ ПЕРЕДУМОВИ ВИКОРИСТАННЯ ХІМІЧНИХ ТА БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ У ТЕХНОЛОГІЯХ ЗАХИСТУ КАРТОПЛІ	26
Залізняка Я. І. ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТА ДОГЛЯДУ ЗА ХВОЙНИМИ РОСЛИНАМИ В ОЗЕЛЕНЕННІ МІСТ	29
Карпенко В. П., Гайдай І. В., Хінціцький О. В. АКТИВНІСТЬ ФЕРМЕНТІВ ЧИНИ ПОСІВНОЇ ЗА ДІЇ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ	32
Ковтун Д.М. ВПЛИВ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ	34
Ковтунюк З.І., Коваль С.В. УРОЖАЙНІСТЬ ТА БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ГІБРИДІВ БРОКОЛІ В УМОВАХ ВІДКРИТОГО ҐРУНТУ	36
Kovtuniuk Z.I. CHEMICAL GROWTH REGULATORS AND BIOTECHNOLOGICAL METHODS AS THE BASIS FOR GROWING PLANTING MATERIAL OF ORNAMENTAL AND NON-TRADITIONAL FRUIT PLANTS	38
Komisarenko A.H., Bronnikova L.I. STUDY OF THE RESULTING GENERATION OF BIOTECHNOLOGICALLY MODIFIED WINTER WHEAT PLANTS IS TOLERANCE TO ADVERSE ENVIRONMENTAL	40

CONDITIONS <i>IN VITRO</i> CULTURE	
Косенков І. В., Плагун О. А., Якимчук А. С. ПРОДУКТИВНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ЗА ДІЇ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ	42
Костромський С.О., Леонтюк І.Б. ІННОВАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ІНГІБІТОРІВ СУКЦИНАТДЕГІДРОГЕНАЗИ ЯК ФАКТОР МІНІМІЗАЦІЇ БІОТИЧНОГО СТРЕСУ ПОСІВІВ СОНЯШНИКУ	45
Кухарчук С.В. АГРОБІОЛОГІЧНЕ ОБІРУНТУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ ПШЕНИЦІ ДВОРУЧКИ ЗА ІНТЕГРОВАНОГО ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН ТА ГЕРБІЦИДУ	47
Кучменко О. Б., Гавій В. М., Новаков Р. В. ВМІСТ ФОТОСИНТЕТИЧНИХ ПІГМЕНТІВ У ЛИСТКАХ РОСЛИН ПРОСА ЗВИЧАЙНОГО ЗА ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ КОМПОЗИЦІЯМИ МЕТАБОЛІЧНО АКТИВНИХ СПОЛУК	49
Леонтюк І.Б., Кульчицький Д.С. ФОТОСИНТЕТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ ГОРОХУ ОЗИМОГО ЗА ДІЇ БІОПРЕПАРАТІВ	51
Лісняк А.А., Чайковський В.В. ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО СКЛАДУ ЖИВИЛЬНОГО РОЗЧИНУ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ЛИСТОВОГО САЛАТУ, ШПИНАТУ ТА ПЕТРУШКИ В ГІДРОПОННИХ СИСТЕМАХ	53
Ляховська Н.О. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ КОМПОЗИТНИХ ВОГНЕСТІЙКИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ДЕРЕВНОЇ ТИРСИ	55
Ляховська Н.О. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ КУЛЬТИВОВАНОЇ СИРОВИНИ У ВИРОБНИЦТВІ ШОКОЛАДНОЇ ПРОДУКЦІЇ: ІННОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД ДО РОЗВИТКУ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ	57
Liakhovska N.O. INTRODUCTION AND ACCLIMATIZATION OF PLANTS AS A DIRECTION OF PRESERVING AND EXPANDING PLANT BIODIVERSITY	58
Liakhovska N.O. MICROPLASTICS IN PET AND WILD ANIMAL FEED: NEW CHALLENGES FOR FEED SAFETY	60
Liakhovska N.O. THE INTEGRATION OF CHEMICAL AND BIOTECHNOLOGICAL APPROACHES IN THE STUDY OF BIOLOGICAL OBJECTS	62
Liakhovska N.O. RECYCLING OF PLANT PROTECTION PACKAGING AS A COMPONENT OF THE ECOLOGIZATION OF MODERN AGRICULTURAL PRODUCTION	64
Мамчур Т.В. БОТАНІЧНИЙ ОПИС (<i>CARYA ILLINOINENSIS</i> (WANGENH.) К.КОСН, ІНТРОДУКЦІЯ, ЗНАЧЕННЯ ТА ВИРОЩУВАННЯ	66
Нахайчук В.С., Довгий Р.С. ВПЛИВ ФАГОВОГО ПРЕПАРАТУ «ПІОФАГ» НА ФУНКЦІОНАЛЬНУ АКТИВНІСТЬ ПЕРИТОНЕАЛЬНИХ МАКРОФАГІВ САМИЦЬ МИШЕЙ	68
Парахненко В. Г. АДАПТАЦІЇ ГОСПОДАРСЬКО ЦІННИХ РОСЛИН ДО УМОВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ЇХ ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ	69
Парубок М.І. ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ <i>SALVIA OFFICINALIS</i> L. В УМОВАХ ІНТРОДУКЦІЇ НА УМАНЩИНІ	70
Притуляк Р. М., Карпенко В. В. МІКРОБІОТА ЧИНИ ПОСІВНОЇ ЗА	72

ВИКОРИСТАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ	
Розборська Л.В. ВПЛИВ АГРОТЕХНІЧНИХ ПРИЙОМІВ НА ФОРМУВАННЯ ФІТОСАНІТАРНОГО СТАНУ ПОСІВІВ ПШЕНИЦІ ДВОРУЧКИ	74
Тернавський А.Г., Валюх Л.С. ЗАКОНОМІРНОСТІ ФОРМУВАННЯ НАДРАНЬОГО УРОЖАЮ ОГІРКА У ВІДКРИТОМУ ҐРУНТІ ПІД ВПЛИВОМ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИХ ТА ПРИРОДНИХ ФАКТОРІВ У ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	77
Шевченко Н.О., Вовк М.А. СТРУКТУРА ТА БІОІНДИКАЦІЙНЕ ЗНАЧЕННЯ ҐРУНТОВОЇ МЕЗОФАУНИ УРБЕДАФОТОПІВ ЦЕНТРАЛЬНОЇ УКРАЇНИ	78
Шевченко Н.О., Кучеренко В.А. БІОІНДИКАЦІЯ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА АГРОЕКОСИСТЕМИ ЗА ПОКАЗНИКАМИ БІОЛОГІЧНОЇ АКТИВНОСТІ ҐРУНТІВ	81
Шевченко Н.О., Понікарчик С.В. ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ДЕСТРУКТИВНОГО ВПЛИВУ ВІДКРИТИХ НАКОПИЧУВАЧІВ ВІДХОДІВ ТВАРИННИЦТВА НА ПРИЛЕГЛІ БІОГЕОЦЕНОЗИ	83
Щетина С. В. ІННОВАЦІЙНІ РОЗРОБКИ ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИН У СУЧАСНОМУ ОВОЧІВНИЦТВІ	85
Яременко А.П., Сонько С.П. РОЛЬ БІОРІЗНОМАНІТТЯ У ФОРМУВАННІ АГРОЕКОСИСТЕМ, СТІЙКИХ ДО ЗМІН КЛІМАТУ	88

АЗОТПЕРЕТВОРЮВАЛЬНА МІКРОБІОТА РИЗОСФЕРИ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ГОЛОЗЕРНОГО ЗА ДІЇ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ

Березовський А. А., аспірант
Уманський національний університет
andriyberezovskiy1995@gmail.com

Нині в харчовій галузі зростає попит на використання голозерних сортів сільськогосподарських культур, у тому числі й ячменю ярого голозерного. Тому актуальним стає питання розробки технологій його вирощування з мінімальним хімічним впливом на навколишнє середовище, що може бути реалізовано шляхом впровадження у технології вирощування культури сучасних біологічних препаратів. Завдяки цим препаратам підвищуються імунізаційні можливості рослин, стійкість до стресових чинників абіотичного і біотичного походження, активізуються фізіолого-біохімічні і мікробіологічні процеси, покращується ріст і розвиток рослин [1, 2]. Зважаючи на це, особливого значення набуває вивчення впливу біологічних препаратів на мікробіом ґрунту, особливо за різних способів їх використання.

Метою роботи було дослідження розрізненої та комплексної дії біологічних препаратів Біозлак (обробка насіння 1,0–1,5 л/т) і Бактива (250 г/га) на функціонування азотперетворювальної мікробіоти ризосфери ячменю ярого голозерного, зокрема – нітрифікувальної, *Azotobacter*, *Clostridium pasteurianum*.

Дослідження виконували в польових і лабораторних умовах кафедри біології Уманського національного університету впродовж 2024–2025 років. Дію біологічного препарату Біозлак та вивчали в посівах ячменю ярого голозерного сорту Натаір.

Польові дослідження закладали систематичним методом у триразовій повторності. Насіння ячменю голозерного за добу до сівби обробляли біопрепаратом Біозлак. На фоні обробки насіння ячменю голозерного Біозлаком посіви у фазу кущення обприскували акумуляторним ранцевим обприскувачем DS-3WF-3 біологічним препаратом Бактива в нормі 250 г/га із розрахунку витрати робочого розчину 200 л/га.

Чисельність мікробіоти у ризосфері ячменю ярого голозерного обліковували у фази виходу в трубку та виколювання культури. Проби ґрунту відбирали у відповідності до загальноприйнятих методик [3]. Чисельність нітрифікувальних бактерій і *Clostridium pasteurianum* визначали шляхом висіву ґрунтової суспензії відповідних розведень на середовища С. М. Виноградського, *Azotobacter* – безазотистому живильному середовищі Ешбі, підраховуючи обрості колоніями грудочки ґрунту [3, 4]. Кількість мікроорганізмів виражали в тис. клітин в 1 г абсолютно сухого ґрунту.

Виконані дослідження засвідчили залежність розвитку мікробіоти від комбінації препаратів, фаз розвитку культури та фізіологічних особливостей окремих груп бактерій. У середньому за 2024 і 2025 роки досліджень у фазу виходу в трубку у варіантах, де використовували для передпосівної обробки насіння ячменю голозерного біологічний препарат Біозлак у нормах 1,0; 1,25 і 1,5 л/т чисельність нітрифікувальних бактерій перевищувала контроль на 9; 13 і 17% відповідно. Дещо нижчою чисельність

даних бактерій була у варіантах із посходовим використанням біологічного препарату Бактива у нормі 250 г/га, зокрема чисельність нітрифікувальних бактерій у даному варіанті досліджування перевищувала контроль на 5%.

За використання біологічного препарату Бактива у нормі 250 г/га на фоні дії Біозлаку у нормах 1,0; 1,25 і 1,5 л/т чисельність нітрифікувальних бактерій зростала у відношенні до варіантів лише із передпосівною обробкою насіння Біозлаком на 14; 17 і 28 тис. клітин/г ґрунту, а перевищення чисельності бактерій відносно контролю становило 28; 36 і 53 тис. клітин/г ґрунту. З одержаних даних випливає, що найвища чисельність досліджуваних бактерій спостерігалась у варіанті досліджування з поєднанням передпосівної обробки насіння біологічним препаратом Біозлак у нормі 1,5 л/т з наступним обприскуванням вегетуючих рослин біологічним препаратом Бактива в нормі 250 г/га, де чисельність нітрифікувальних мікроорганізмів перевищувала показник контролю на 53 тис. клітин/г ґрунту.

Дослідження нітрифікувальних бактерій у фазу виходу в трубку ячменю голозерного показало збільшення їх чисельності у відношенні до попередньої фази, проте спостерігалась аналогічна залежність їх розвитку від норм і способів внесення біологічних препаратів Біозлак і Бактива. Найбільшу кількість нітрифікувальних бактерій було відмічено у варіантах із застосуванням для обробки насіння перед сівбою Біозлаку в нормах 1,0; 1,25 і 1,5 л/т з наступною обробкою посівів біологічним препаратом Бактива у нормі 250 г/га, що забезпечило перевищення контролю на 11; 43 і 52 тис. клітин/г ґрунту.

Важливе значення серед азотфіксуючої мікробіоти відіграють асоціативні бактерії родів *Azotobacter* і *Clostridium*. Дослідження засвідчили залежність їх розвитку від норм та способів внесення біологічних препаратів. У середньому за роки досліджень у фазу виходу в трубку у варіантах із застосуванням для передпосівної обробки насіння Біозлаку в нормах 1,0; 1,25 і 1,5 л/т відмічено зростання кількості бактерій роду *Azotobacter* до контролю на 15–19%, бактерій роду *Clostridium pasteurianum* – 11–20%. Найактивніший розвиток бактерій було виявлено за використанням композиції біологічного препарату Біозлак (1,0; 1,25; 1,5 л/т) для передпосівної обробки насіння з наступним обприскуванням посівів біологічним препаратом Бактива (250 г/га), де перевищення контролю складало 19–26% для бактерій роду *Azotobacter* і 24–40% – *Clostridium pasteurianum*.

Дослідження мікробіоти у наступну фазу вегетації культури засвідчило аналогічну залежність їх розвитку від норм та способів застосування біологічних препаратів, проте було відмічено збільшення їх кількості у порівнянні до попередньої фази розвитку. Разом з тим, найбільшу кількість мікробіоти було виявлено у варіанті з обробкою насіння Біозлаку 1,5 л/т з наступним обприскуванням посівів Бактивою у нормі 250 г/га, де кількість бактерій роду *Azotobacter* складала 98% оброслих грудочок ґрунту при 73% в контролі, бактерій роду *Clostridium pasteurianum* – 15,05 тис. клітин/г ґрунту проти 11,64 тис. клітин/г ґрунту в контролі.

Таким чином, використання біологічних препаратів Біозлак та Бактива окремо і в поєднанні сприяє більш активному (у порівнянні з контролем) розвитку азотфіксуючої мікробіоти ризосфери ячменю ярого голозерного, проте найбільша її чисельність формується у варіанті досліджування з використанням для обробки перед сівбою насіння Біозлаку (1,5 л/т) з наступним обприскуванням посівів рослин біологічним препаратом Бактива (250 г/га), де перевищення до контролю у середньому за роки досліджень та відповідно до фаз розвитку культури складало 31–35% – для

нітрифікувальних бактерій, бактерій роду *Azotobacter* – 25–26%, бактерій роду *Clostridium pasteurianum* – 30–40%.

Список використаних джерел

1. Domaratskiy E., Shcherbakov V., Bazaliy V. [et al.]. Analysis of Synergetic Effects from Multifunctional Growth Regulating Agents in the of Sunflower Mineral Nutrition System. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical. 2019. 10(2). P. 301–308. [http://www.rjpbcs.com/pdf/2019_10\(2\)/\[41\]](http://www.rjpbcs.com/pdf/2019_10(2)/[41]).
2. Біологізація технології вирощування вівса голозерного / Р. М. Притуляк, К. Ю. Марченко, В. В., О. О. Коробко – Умань : Видавець «Сочінський М. М.», 2026. – 145 с.
3. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Токмакова Л. М. та ін. Експериментальна ґрунтова мікробіологія. За редакцією В. В. Волкогона. К : Аграрна наука. 2010. 464 с.
4. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ: Нічлава. 2003. 320 с.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



ШТУЧНІ НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ В УПРАВЛІННІ ЗЕМЕЛЬНИМИ РЕСУРСАМИ: СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ

Боровик П.М., к. е. н., Рудий Р.М., д. т. н., Удовенко І.О. к. е. н.,

Сердюк С.Р., здобувач

Уманський національний університет

borovikpm@gmail.com

В ХХІ сторіччі система управління земельними ресурсами дедалі активніше переходить до цифрових моделей її подальшого функціонування. Розвиток супутникових технологій, геоінформаційних платформ, подальше використання безпілотних літальних апаратів і засобів автоматизованої обробки інформації спричиняє активізацію нових підходів до аналізу територій та прийняття управлінських рішень. Одним із найбільш перспективних інструментів у цьому процесі стали штучні нейронні мережі, здатні працювати з величезними масивами просторової інформації та виявляти складні закономірності, часто непомітні для людини, яка проводить традиційний аналіз у сфері використання земельних ресурсів.

Сучасне землекористування характеризується високою динамікою змін. Урбанізація, деградація ґрунтів, зміни клімату, інтенсивне сільське господарство та трансформація структури земельного фонду вимагають постійного контролю та оперативного реагування на негативні явища і процеси. У таких умовах використання алгоритмів штучного інтелекту дає змогу істотно підвищити як швидкість опрацювання геопросторової інформації, так і ефективність прогнозування процесів використання земельних активів.

Особливого значення ці технології набули у сфері дистанційного моніторингу стану земель. Аналіз супутникових зображень, матеріалів аерофотознімання та геоданих, зібраних з використанням безпілотних літальних систем дозволяє формувати детальну картину про стан територій. Нейронні мережі можуть з легкістю та автоматично розпізнавати типи угідь, визначати межі посівів, фіксувати осередки ерозії, виявляти підтоплені території або ділянки з ознаками деградації. Завдяки цьому значно скорочуються часові витрати на виконання аналітичних процедур і підвищується точність оцінювання стану земельних ресурсів [1].

Важливим напрямом застосування інтелектуальних алгоритмів штучних нейронних мереж також є аграрна сфера. Використовуючи дані про структуру ґрунтів, вологість, температурні показники, рельєф місцевості та стан рослинності, нейромережеві алгоритми здатні прогнозувати врожайність і визначати найбільш ефективні режими обробітку земель. Це дозволяє оптимізувати витрати ресурсів, зменшити антропогенний вплив на довкілля та підвищити рівень екологічної безпеки агроландшафтів [1].

Не менш перспективним є впровадження штучного інтелекту у кадастрові та оціночні процеси. Автоматизовані системи можуть аналізувати просторові бази даних, виявляти неточності у кадастровій інформації, прогнозувати зміну вартості земельних ділянок і здійснювати комплексне оцінювання ефективності землекористування. У перспективі це сприятиме створенню цифрових платформ управління територіями, здатних функціонувати у режимі безперервного оновлення інформації [2].

Проте активне використання нейромережевих технологій супроводжується рядом проблем. Однією з основних є недостатня якість вихідних даних. Для коректної роботи алгоритмів необхідні точні, систематизовані та актуальні інформаційні ресурси. Наявність застарілих картографічних матеріалів, неповних кадастрових баз або різномірних форматів даних може суттєво впливати на достовірність результатів аналізу.

Додатковою складністю є проблема інтерпретації рішень, сформованих системами штучного інтелекту. У багатьох випадках нейронні мережі генерують результат без можливості детального пояснення логіки його отримання. Для сфери земельних відносин, де кожне рішення може мати економічні, правові чи екологічні наслідки, це створює потребу у формуванні механізмів контролю та перевірки автоматизованих висновків.

Ще одним стримувальним фактором виступає дефіцит фахівців, які одночасно володіють знаннями у сфері землеустрою, геоінформатики, програмування та аналізу даних. Сучасний ринок праці потребує професіоналів нового покоління, здатних працювати із цифровими геопросторовими системами та інтелектуальними алгоритмами ШІ. Саме тому важливого значення набуває модернізація освітніх програм і розвиток міждисциплінарної підготовки.

Не зважаючи на наявні проблеми, в найближчі роки роль нейромереж у сфері управління земельними ресурсами, на наше глибоке переконання, лише посилюватиметься. Очікується створення комплексних систем, які поєднуюватимуть супутниковий моніторинг, геоінформаційні технології, кадастрові реєстри та алгоритми машинного навчання в єдиному інформаційному середовищі. Такі рішення забезпечать оперативне виявлення змін у структурі землекористування, автоматизований контроль стану територій та спричинять помітне підвищення ефективності управлінських рішень.

Підсумовуючи зауважимо, що використання штучних нейронних мереж відкриває новий етап розвитку системи управління земельними ресурсами. Поєднання

інтелектуальних технологій із сучасними геопросторовими інструментами створює передумови для більш раціонального використання земель, підвищення екологічної стійкості територій та вдосконалення державної земельної політики. Одночасно ефективність цього процесу суттєво залежатиме від рівня розвитку цифрової інфраструктури, якості інформаційних ресурсів та готовності суспільства до впровадження інноваційних технологій у практику землекористування та землевпорядкування.

Список використаних джерел

1. Рудий Р.М. Застосування штучних нейронних мереж для класифікації ділянок поверхні з певним рельєфом. Геодезія, картографія та аерофотознімання. 2016. №83, С. 124-132.

2. 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, <https://doi.org/10.5281/zenodo.15503163>.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



ВИВЧЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ НІТРАТРЕДУКТАЗИ В ЗВ'ЯЗКУ З ПРОДУКТИВНІСТЮ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР – НОВИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ НАПРЯМОК У РОСЛИННИЦТВІ

^{1,2}Броннікова Л.І., ²Хоменко ЛО., ³Куманська Ю.О.

¹Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

²Інститут фізіології рослин і генетики НАН України

³Білоцерківський національний аграрний університет

Zlenkolora@gmail.com

Внаслідок інтенсивного потепління останніх десятиліть значну увагу приділяють створенню посухостійких видів та сортів рослин. Важливим для розробки нових методів селекційного матеріалу є виявлення маркерів посухостійкості. Проте, питання фізіологічних ознак сучасних сортів рослин української селекції можуть сприяти толерантності до посухи, залишається на сьогодні дискусійним та відкритим.

Продуктивність сільськогосподарських культур великою мірою визначається їх азотним живленням, оскільки нітроген є вагомим чинником біомаси рослин і найважливішим компонентом біомолекул. Джерела азоту для більшості рослин – амоній і нітрати ґрунту. Зернові культури (пшениця, кукурудза, люцерна) використовують азот, що міститься у ґрунті [1, 2].

Азотний обмін є одним із ключових процесів життєдіяльності будь-якої біологічної системи. Вивчення взаємодії ланок його ланцюга за своєю суттю є встановлення фундаментальних закономірностей зростання. Для вищих рослин і переважної кількості мікроорганізмів метаболізм азоту починається з поглинання і засвоєння нітратів. Весь

ферментний комплекс НР складається з двох частин, які послідовно беруть участь у перенесенні електронів від НАД(Ф)Н до нітрату: 1-діафоразної, що каталізує перенесення електронів від НАД(Ф)Н до цитохрому с або інших акцепторів, і 2-термінальної (редуктазної), яка містить МоСо і переносить електрони до нітрату [2, 3]. Конфігурація молекули НР визначає активність ферменту, з одного боку, і чутливість до зовнішніх впливів, з іншого. При цьому структурні компоненти комплексу реагують по-різному. Термінальна частина стійка до дії реагентів на сульфгідрильні групи, але чутлива до осмотичних стресів. Діафоразна частина – термолабільна, репресується реагентами на сульфгідрильні групи, чутлива до дії іонів важких металів [3].

Першим етапом асиміляції нітратів є відновлення азоту: N^{5+} (нітрати) $\rightarrow$ N^{3+} (нітрити), яке відбувається за участю ферменту нітратредуктази, активність якої прямо індукується нітратами. Маркером відбору може бути функціонування ферменту, який входить в ланцюг основних біохімічних реакцій азотного обміну клітин з однієї сторони, а з іншої – кардинально пригнічується стресом. У НР – це кофактор, зв'язаний з птерином (молібдоптерин або метал - зв'язаний, МРТ, птерин). Це конструкція з C_6 пірановим кільцем, термінальним фосфатом та особливою тіолатною групою. Кофактор відзначається чутливістю до кисню та нестабільністю поза його апоферментом [2, 8].

Незважаючи на чисельність публікацій, присвячених дослідженню питання активності НР, серед них є лише окремі роботи, в яких визнається факт підвищеної активності (без додаткової активації) даного ферменту. В цьому випадку деякі автори вважають необхідним говорити про особливу форму нітратредуктази. Використовуючи ферментний антагонізм Мо – W, отримано W-стійкий штам ціанобактерії *Nostoc muscorum* [2, 3, 4, 5, 6]. Стійкість НР забезпечувала поповнення амінокислотного та протеїнового пулу.

Незважаючи на численні дослідження різних аспектів роботи нітратредуктази, є тільки поодинокі публікації, в яких показано факт високої нітратредуктазної активності, НРА (без проведення зовнішньої активізації) при стресі [5, 6, 7, 8].

Отримання нових рослинних форм пов'язане з низкою проблем, багато з яких зараз не передбачувані. Шляхи розв'язання проблеми, на нашу думку, визначатимуться в процесі постійного моніторингу за динамічними параметрами протеома, метаболома, транскриптома.

Оскільки дане питання викликає інтерес, актуальність зростає, та вимагає додаткового вивчення, а також подальшого дослідження.

Список використаних джерел

1. Коць, С.Я., Михалків, Л.М. (2019) Нітратредуктаза та її роль у бобово-ризобіальному симбіозі. *Фізіологія рослин і генетики*, 51(5), 371 – 387 <https://doi.org/10.15407/frg2019.05.371>
2. Сергєєва, Л.Є. (2017) Активність нітратредуктази у біотехнологічних рослин тютюну за дії інгібіторів ферменту. *Фізіологія рослин і генетики*, 49(2), 129 – 133 <https://doi.org/10.15407/frg2017.02.129>
3. Колісник, А.В., Мусієнко, М.М. (2009) Особливості нітратредуктазної активності у вищих рослинах. *Фізіологія та біохімія культурних рослин*, Т.41.№1, С.16 – 27

4. Koyama, L.A., Terai, M., Tokuchi, N. (2020). Nitrate reductase actives in plants from different ecological and taxonomic groups grown in Japan. *Ecological Research*, 35(5), 708 – 712 <https://doi.org/10.1111/1440-1703.12083>
5. Зайцева, І.О., Броннікова, Л.І. (2025) Активність нітратредуктази у W- та V-стійких клітинних варіантів тютюну. Наукові записки. Біологічні науки. 1, 22 – 32 <https://doi.org/10.31654/2786-8478-2025-BN-1-22-32>
6. Зайцева, І.О., Броннікова, Л.І., Лихолат, Ю.В., Хоменко, Л.О. (2025) Рослинні системи: механізми реалізації стійкості на клітинному рівні. Монографія. ДНУ Олеся Гончара, Дніпро, 174 с.
7. Ткачук, О.П., Яковець, Л.А., Ватаманюк, О.В. (2018) Інтенсивність зниження концентрації нітратів у зерні злакових культур залежно від періоду зберігання. *Збалансоване природокористування*, 1, 173 – 176
8. Дорош, Л.С., Перетятко, Т.Б., Грудзь, С.П. (2016) Нітратредуктазна активність сульфат відновлювальних бактерій *Desulfomicrobium sp. Str3* за різних умов культивування. *Biotecnologica Acta*, 9(1), 97 – 102 <https://doi.org/10.15407/biotech9.01097>



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



МІЖНАРОДНІ ЕКОЛОГІЧНІ РЕГЛАМЕНТИ ТА ЇХ ВПЛИВ НА АГРАРНУ ПРАКТИКУ

Василенко О.В., к. с.-г. н.

Уманський національний університет

vsolga05@gmail.com

У сучасних умовах інтенсифікації глобалізаційних процесів аграрне виробництво трансформується з суто економічної галузі в системний чинник природокористування, стан якого безпосередньо впливає на стабільність біосфери. Сучасна архітектура світового агробізнесу дедалі більше детермінується жорсткими міжнародними екологічними регламентами, які визначають імперативи сталого землекористування, збереження біотичного різноманіття та раціональної охорони природно-ресурсного потенціалу.

Ці нормативно-правові положення формують нову еколого-економічну парадигму аграрної практики. Вона орієнтована на декуплінг (відділення) темпів зростання обсягів виробництва продукції від масштабів антропогенного навантаження на агросферу. Інтеграція національних агропромислових комплексів у світові ринки сьогодні неможлива без імплементації міжнародних стандартів, які регламентують мінімізацію деструктивного впливу на едафотопи, гідротопи та атмосферний сектор.

Головними векторами, що задають інституційні межі для модернізації світового агровиробництва, є Європейський зелений курс (*European Green Deal*) [1], стандарти Міжнародної федерації органічного сільськогосподарського руху (*IFOAM*) [2] та вимоги

Цілей сталого розвитку ООН (зокрема ЦСР 2 «Подолання голоду», ЦСР 12 «Відповідальне споживання та виробництво» та ЦСР 15 «Збереження екосистем суші»). Вказані стратегічні документи передбачають кардинальне реформування традиційного агровиробництва шляхом реалізації стратегії «Від лану до столу» (*Farm to Fork Strategy*) [3].

Основними реперними точками цієї трансформації визначено:

- скорочення використання хімічних пестицидів на 50% та мінеральних добрив щонайменше на 20% до 2030 року;
- зниження втрат поживних речовин із ґрунту без погіршення його родючості;
- превенцію ерозійних процесів та деградації едафічних комплексів.

Розвиток органічного землеробства виступає не просто альтернативним методом господарювання, а базовим елементом збереження біорізноманіття та відновлення екосистемних послуг агроландшафтів. Впровадження цих екологічних вимог трансформується у вагомий чинник формування нецінової конкурентоспроможності аграрної продукції. На міжнародному рівні екологічна чиста продукція отримує пріоритетний доступ до ринків з високою купівельною спроможністю.

Важливим аспектом інституціоналізації екологічного агровиробництва є сертифікація органічної продукції. Вона виконує функцію ринкового інструменту верифікації відповідності технологічних процесів встановленим екологічним критеріям. Сертифікація нівелює проблему асиметрії інформації на ринку, забезпечуючи високий рівень довіри кінцевих споживачів до якісних параметрів продукту. Вона виступає своєрідним «зеленим паспортом», який відкриває безперешкодний доступ до глобальних торговельних мереж [4].

Відповідність міжнародним стандартам стає для сучасних аграрних підприємств не лише інструментом нівелювання екологічних ризиків або виконання законодавчих зобов'язань, але й ключовою стратегічною перевагою. Вона дозволяє диверсифікувати канали збуту, капіталізувати бренд підприємства через механізми екологічного маркування та суттєво розширити експортні можливості в умовах високої волатильності сировинних ринків.

Міжнародні стандарти органічного виробництва стали ключовим чинником розвитку та уніфікації аграрної практики на європейському просторі, сформувавши прозоре та гармонізоване правове поле. Тривалий час фундаментальною основою цієї системи слугував Регламент ЄС 834/2007. Проте з метою адаптації законодавства до нових технологічних викликів та посилення контролю, йому на зміну прийшов оновлений Регламент ЄС 2018/848, який суттєво деталізував вимоги до всього ланцюга доданої вартості.

Ці документи чітко детермінують заборону використання генетично модифікованих організмів (ГМО), іонізуючого випромінювання, легкорозчинних мінеральних добрив та синтетичних засобів захисту рослин (гербіцидів, фунгіцидів, інсектицидів). Регламенти жорстко лімітують застосування антибіотиків у тваринництві та визначають вимоги до сівозмін, сидеризації та підтримки природної біологічної активності ґрунтів. Вони створюють надійну правову основу для функціонування єдиного європейського ринку органічної продукції, гарантують прозорість процедур

інспектування, мінімізують ризики фальсифікації та стимулюють повноцінну інтеграцію аграрних підприємств у систему міжнародних дистриб'юторських відносин.

Практичний досвід провідних європейських країн демонструє диверсифіковані, але комплементарні підходи до адаптації та використання міжнародних екологічних стандартів на національних рівнях.

У Німеччині зазначені стандарти застосовуються в синергії з національною системою екологічного контролю, а маркування продукції здійснюється як офіційним загальноєвропейським логотипом «EU Organic» («євролист»), так і відомим національним знаком «Bio-Siegel». Це дозволяє німецьким споживачам легко ідентифікувати органічні товари, стимулює внутрішній попит та суттєво підвищує конкурентоспроможність фермерських господарств на внутрішньому та світовому ринках, переводячи екологічні стандарти у площину високих економічних дивідендів.

Франція активно імплементує положення нового Регламенту ЄС 2018/848, поєднуючи його вимоги із розвиненою державною системою сертифікації «Agriculture Biologique» (AB). Це забезпечує французьким агровиробникам високі експортні преференції та можливість постачати органічну продукцію до інших країн Європейського Союзу без проходження додаткових дублюючих перевірок і митних бар'єрів. Разом із цим, французька модель акцентує увагу на підтримці локальних, дрібнотоварних фермерських господарств, стимулюючи розвиток коротких ланцюгів постачання (*short supply chains*) та збереження автентичних агроландшафтів.

Польща, успішно інтегруючи європейські екологічні стандарти у свою національну систему землекористування, активно впроваджує маркування із зазначенням походження сировини: «Сільське господарство ЄС/не-ЄС» (*Rolnictwo UE/spoza UE*). Це маркування гарантує споживачеві абсолютну прозорість походження кожного інгредієнта продукту та підтверджує його повну відповідність строгим міжнародним екологічним параметрам. Для польського агросектору такий підхід став потужним драйвером модернізації, дозволивши країні зайняти нішу великого експортера екологічно безпечної сировини та продуктів її переробки до країн Західної Європи.

Сучасні регламенти виробництва (зокрема Регламент ЄС 2018/848) трансформують екологічні обмеження з категорії витрат у категорію капіталізації бізнесу, де кожен інвестований в охорону ґрунту євро повертається через преміальну ціну готового продукту.

Таким чином, міжнародні екологічні регламенти не лише визначають жорсткі технологічні параметри безпосереднього виробничого процесу (обмеження хімізації, специфіка обробітку ґрунту), але й виступають інструментом формування довгострокових стратегічних переваг для аграрних підприємств. Вони відкривають доступ до найбільш маржинальних глобальних ринків, максимізують рівень довіри споживачів, оптимізують структуру витрат через зниження залежності від імпортних агрохімікатів та безпосередньо сприяють розвитку сталого, кліматично оптимізованого землеробства.

Практика впровадження цих інструментів у європейських країнах наочно доводить, що суворе дотримання міжнародних екологічних стандартів є безальтернативною умовою для екологізації агросектору, збереження регенеративного

потенціалу біосфери та надійного забезпечення глобальної продовольчої безпеки у довгостроковій перспективі.

Підсумовуючи, слід зазначити, що сучасні міжнародні екологічні регламенти виступають не лише правовим інструментом охорони навколишнього природного середовища, а й головним рушієм системної та прогресивної трансформації світової аграрної практики.

Їхня послідовна імплементація забезпечує комплексну екологізацію технологічних циклів, гарантує збереження незамінних природних ресурсів (насамперед родючості ґрунтів та чистоти водних джерел), мінімізує екологічний слід агровиробництва і виступає безальтернативним вектором інтеграції сучасного аграрного сектору у глобальні цивілізаційні процеси сталого розвитку.

Список використаних джерел

1. European Commission. *The European Green Deal*. Brussels: European Commission, 2020. Source: COM(2019) 640 final.
2. IFOAM Organics International. *The Consolidated Organic Principles and International Standards*. Bonn: IFOAM, 2019. 94 p.
3. FAO. *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture – Systems at breaking point (SOLAW 2021)*. Rome: FAO, 2021. 182 p.
4. Regulation (EU) 2018/848 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 on organic production and labelling of organic products and repealing Council Regulation (EC) No 834/2007. *Official Journal of the European Union*. L 150, 14.6.2018, p. 1–92.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



АЛЕЛОПАТИЧНА АКТИВНІСТЬ ТРОЯНД (*Rosa L.*) ТА ЇЇ ЗНАЧЕННЯ В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ

Гнатюк Н. О., к. біол. н.

Уманський національний університет

natgnatiuk@gmail.com

Алелопатія — здатність рослин виділяти у навколишнє середовище хімічні сполуки, що впливають на ріст і розвиток інших організмів, — є одним із фундаментальних механізмів взаємодії у рослинних угрупованнях [1]. В умовах глобальних змін клімату, що зумовлюють перерозподіл видового різноманіття та порушення усталених фітоценотичних зв'язків, вивчення алелопатичного потенціалу господарсько цінних видів рослин набуває особливої актуальності [2].

Рід *Rosa L.* (родина *Rosaceae*) налічує понад 300 видів та тисячі сортів, що широко культивуються в декоративному садівництві, парфумерній і фармацевтичній промисловості [3]. Поряд із господарською цінністю троянди мають виражений алелопатичний вплив, зумовлений багатим спектром вторинних метаболітів: фенольних

кислот, флавоноїдів, ефірних олій та глікозидів [4]. Ці сполуки виділяються у ґрунтове середовище через кореневі виділення, а також надходять з опадом і при розкладанні рослинних решток.

Дослідження алелопатичної активності троянд мають давню традицію. Ще у класичних роботах Г. Р. Гродзинського [1] встановлено, що водні витяжки з листків і стебел різних видів роду *Rosa* L. виявляють як інгібуючу, так і стимулювальну дію на проростання насіння тест-культур залежно від концентрації діючих речовин. Зокрема, водні екстракти з листків *Rosa canina* L. у концентраціях понад 5 % пригнічують проростання насіння пшениці та редиски, тоді як розчини в концентраціях (0,5–1,0 %) можуть виявляти слабкий стимулювальний ефект [5].

Ключову роль серед алелопатично активних речовин троянд відіграють фенольні сполуки. За даними низки авторів [3, 6], у корневих виділеннях *Rosa rugosa* Thunb. ідентифіковано галову, хлорогенову, кавову та ферулову кислоти, які є потужними інгібіторами проростання та початкового росту рослин-сусідів. Ефірні олії пелюсток, що містять гераніол, нерол, цитронелол та ліналоол, також виявляють фітотоксичну дію у газовій фазі, пригнічуючи ріст мікроорганізмів ризосфери [4].

Зміни клімату суттєво модифікують алелопатичний потенціал рослин. Підвищення температури та зменшення кількості опадів у посушливі сезони спричиняють посилення синтезу вторинних метаболітів у троянд як захисну реакцію на стресові умови [2]. Водночас зростання концентрації CO₂ в атмосфері може змінювати якісний склад алелопатично активних речовин. Дослідження, проведені на *Rosa damascena* Mill. в умовах підвищеного CO₂, засвідчили збільшення вмісту поліфенолів у листках на 18–24 % порівняно з контролем [7].

Алелопатична взаємодія троянд із бур'янами є важливим аспектом з практичної точки зору. Встановлено [5, 6], що ґрунтові витяжки з ризосфери *Rosa multiflora* Thunb. достовірно пригнічують проростання насіння *Chenopodium album* L., *Stellaria media* (L.) Vill. та *Taraxacum officinale* F. H. Wigg. на 30–60 %, що відкриває перспективи використання троянд як компонентів екологічно обґрунтованого захисту від бур'янів у агроценозах.

Поряд з інгібуючим впливом на сегетальну рослинність (бур'яни), представники роду *Rosa* L. демонструють чітко виражену специфічну фітотоксичність щодо низки культурних рослин, що зумовлено потужним алелопатичним потенціалом цієї групи. Зокрема, феномен ґрунтовами при повторній посадці троянд на тому самому місці (replant disease) є добре відомою і деструктивною проблемою у практиці промислового розсадництва та декоративного садівництва [8]. Хімізм цього явища пов'язаний із прогресуючим накопиченням у ґрунтовому профілі специфічних колінів та водорозчинних фенольних сполук (зокрема ферулової, п-кумарової, саліцилової та галової кислот), які екскретуються корневими системами маточних кущів або вивільняються під час лізису рослинних решток. Ці сполуки виступають потужними інгібіторами мітотичного поділу клітин, порушують проникність мембран та пригнічують дихальну активність меристематичних тканин молодих саджанців.

Окрім прямої хімічної експресії токсинів, під їхнім безпосереднім впливом відбувається корінна перебудова архітекτονіки мікробіоти ризосфери. Тривала монокультура призводить до сукцесії ґрунтових мікроорганізмів: чисельність супресивної та корисної мікрофлори стрімко скорочується, поступаючись місцем мікроміцетам-патогенам (зокрема родів *Fusarium*, *Pythium* та *Rhizoctonia*) і

вузькоспеціалізованим паразитичним нематодам. Сучасні глобальні зміни клімату, що супроводжуються флуктуацією температурного режиму та тривалими періодами посухи, які чергуються з аномальними зливами, виступають каталізатором цих деградаційних процесів. Інтенсифікація гідротермічного розкладання органічних решток у поєднанні з порушенням аерації ґрунту стимулює акумуляцію токсичних метаболітів у критичних концентраціях, суттєво посилюючи прояви та гостроту перебігу ґрунтовоїми у сучасних розсадниках троянд.

Таким чином, алелопатична активність рослин роду *Rosa* L. є комплексним явищем, що визначається видовою специфікою, умовами середовища та характером взаємодії з іншими компонентами фітоценозу. В контексті змін клімату актуальним залишається подальше вивчення змін у складі та інтенсивності виділення алелопатично активних речовин троянд для оптимізації агротехнічних прийомів їх вирощування та розробки екологічно безпечних методів регуляції видового складу рослинних угруповань.

Список використаних джерел

1. Гродзинський А. М. Алелопатія в житті рослин та їх угруповань. Київ : Наукова думка, 1965. 198 с.
2. Peñuelas J., Sardans J., Rivas-Ubach A., Janssens I. A. The human-induced imbalance between C, N and P in Earth's life system. *Global Change Biology*. 2012. Vol. 18, No. 1. P. 3–6.
3. Бублик О. М., Іщенко В. А. Фенольні сполуки троянд та їх біологічна активність. *Фізіологія та біохімія культурних рослин*. 2017. Т. 49, № 3. С. 185–196.
4. Gershenzon J., Dudareva N. The function of terpene natural products in the natural world. *Nature Chemical Biology*. 2007. Vol. 3, No. 7. P. 408–414.
5. Падій М. М. Алелопатична активність рослинних решток *Rosa canina* L. та її вплив на проростання насіння тест-культур. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія*. 2015. Вип. 38. С. 47–52.
6. Inderjit, Duke S. O. Ecophysiological aspects of allelopathy. *Planta*. 2003. Vol. 217, No. 4. P. 529–539.
7. Golkar P., Fotovat R., Ahmadi-Majd M. Changes in rose (*Rosa damascena* Mill.) secondary metabolites under elevated CO₂ concentration. *Journal of Plant Physiology*. 2019. Vol. 232. P. 57–65.
8. Braun P. G. The combination of *Cylindrocarpum lucidum* and *Pythium irregulare* as a possible cause of apple replant disease in Nova Scotia. *Canadian Journal of Plant Pathology*. 1991. Vol. 13, No. 4. P. 291–297.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



ОЦІНКА ТРАНСФОРМАЦІЇ ЕДАФОТОПІВ ЗА УМОВ ПІДТОПЛЕННЯ
Гурський І.М., к. с.-г. н., Імамов В.О., аспірант

В умовах глобальних кліматичних змін та прогресуючої урбанізації Центральної України спостерігається суттєве збільшення частоти й інтенсивності зливових явищ. Поєднання аномальних атмосферних опадів із високим ступенем запечаткування міських територій, незадовільним станом або повною відсутністю зливових дренажних систем призводить до регулярного і тривалого підтоплення міських ґрунтів (урбоедафотопів) [1]. Застій дощових вод у зниженнях рельєфу та на територіях з ущільненим профілем запускає каскад деструктивних фізико-хімічних та біологічних процесів [2].

Тривале перебування ґрунтового масиву в стані повного вологонасичення трансформує його екологічні функції: кисневий дефіцит ініціює анаеробіоз, руйнується природна мікроструктура, змінюються кислотно-основні властивості та вимиваються лабільні поживні речовини [3]. З огляду на це, комплексна оцінка екологічної трансформації едафотопів за умов гідрогенного навантаження є критично важливою для розробки заходів щодо збереження стійкості та біопродуктивності урбоекосистем. Метою роботи було дослідження динаміки трансформації ключових параметрів міських ґрунтів під впливом тривалого підтоплення дощовими водами.

Комплексні моніторингові дослідження проводилися протягом вегетаційних періодів 2024–2025 рр. на базі модельних урбосистем Центральної України (Черкаси, Умань, Кропивницький). Для експерименту було обрано ділянки урбоедафотопів (переважно конструкторської та урбанізовані чорноземи), що зазнають регулярного підтоплення повенежими та дощовими водами через дефекти вертикального планування території та незадовільне функціонування колекторів. Контролем слугували аналогічні за генезисом ґрунти суміжних ділянок, розташованих поза зонами застою води.

Зразки ґрунту відбирали з глибин 0–10, 10–20 та 20–50 см у динаміці: до початку інтенсивних опадів, на 2-гу добу після підтоплення (фаза максимального насичення) та на 10-ту добу після спаду води (фаза регенерації). Лабораторна програма включала визначення таких показників:

- кислотно-основні властивості: потенціометричне вимірювання актуальної та обмінної кислотності;
- фізико-хімічний блок: вміст рухомих форм макроелементів, вміст водорозчинного гумусу;
- агрофізичний стан: щільність складання ґрунту (г/см^3) та коефіцієнт структурності;
- окисно-відновний потенціал (ОВП): мілівольтметрія *in situ* для фіксації рівня анаеробіозу.

Експериментальні дані засвідчили глибоку і деструктивну трансформацію архітекτονіки та хімічного профілю едафотопів під впливом гідрогенного пресингу.

Ключовим маркером трансформації стало різке падіння окисно-відновного потенціалу. У фазу максимального підтоплення значення ОВП у верхньому 10-сантиметровому шарі знижувалися з умовно-оптимальних +450...+520 мВ до критичних +110...-50 мВ, що вказує на формування глибоких відновних (глейових) умов через витіснення кисню з ґрунтових пор водою. Киснєве голодування заблокувало процеси

нітрифікації, внаслідок чого вміст нітратного азоту в орному шарі впав у 4–6 разів за рахунок активації денітрифікуючих бактерій та безпосереднього вимивання рухомих іонів у нижчі горизонти.

Значних змін зазнав кислотно-основний режим. У перші 48 годин застою дощових вод зафіксовано зсув показників у бік підлужнення (зріст на 0,6–0,9 одиниць порівняно з контролем). Це явище зумовлене відновленням сполук заліза та марганцю з поглинанням іонів водороду. Проте на 10-ту добу після відведення води, внаслідок вторинного окиснення та руйнації буферних систем, відзначалося різке біологічне закислення едафотопу – показники рН падали нижче вихідного рівня, що створює несприятливі умови для функціонування корневих систем міської дендрофлори.

Гідрогенний стрес спровокував деградацію фізичної структури ґрунту. Тривале перезволоження призвело до гідролітичного розчинення водостійких ґрунтових агрегатів та вимивання лабільної (водорозчинної) органічної речовини (втрати склали до 18–25% від вихідного пулу мікрогумусу). Після висихання затоплених ділянок зафіксовано явище критичного антропогенного ущільнення: щільність складання сухого ґрунту зросла з безпечних 1,22 г/см³ до критичних 1,48–1,55 г/см³, що супроводжувалося утворенням щільної поверхневої кірки, яка практично повністю блокує газообмін та аерацію.

Підтоплення дощовими водами є потужним деструктивним чинником, що трансформує едафотопи Центральної України за регресивним типом. Хронічний застій води викликає деградацію фізичної структури міських ґрунтів, переущільнення профілю, блокування азотного живлення та різкі коливання рН на тлі глибокого анаеробіозу. Для запобігання остаточній деградації міських зелених зон у регіонах інтенсивних злив необхідна повна модернізація міських дренажних систем, впровадження технологій геопластики (створення дренажних уклонів) та застосування структурно-покращуючих фітомеліорантів для підвищення водовіддачі та буферності урбоґрунтів.

Список використаних джерел

1. Ковальова Т. О., Левченко М. П. Гідрогенна трансформація та переущільнення міських ґрунтів в умовах підтоплення зливовими водами. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2022. Т. 96, № 3. С. 44–52.
2. Черняєв В. Б. Окисно-відновний режим та трансформація азотного фонду лісостепових едафотопів за умов надмірного зволоження. *Агроекологічний журнал*. 2024. № 2. С. 78–85.
3. Ponnampерума F. N. The chemistry of submerged soils. *Advances in Agronomy*. Academic Press, 2015. Vol. 24. P. 29–96.

СЕДИМЕНТАЦІЯ АТМОСФЕРНИХ АЕРОЗОЛІВ НАСАДЖЕННЯМИ *JUNIPERUS COMMUNIS L.* В УМОВАХ УРБОТЕХНОГЕНЕЗУ

Гурський І.М., к. с.-г. н., Мельник В.О., аспірант

Уманський національний університет

gurskiyvet@gmail.com

Сучасні урбоекосистеми Центральної України зазнають постійного та багатовекторного техногенного тиску, що проявляється у високій концентрації аерозолів, пилу, токсичних газових компонентів та акумуляції важких металів у приземному шарі атмосфери й едафотопях [1]. Традиційні підходи до озеленення міст не завжди забезпечують бажаний екологічний ефект через низьку газо- та пилостійкість багатьох листяних порід в умовах літньої посухи та хронічного хімічного стресу [2].

У цьому контексті особливу увагу дослідників привертає ялівець звичайний (*Juniperus communis L.*) – вічнозелений хвойний чагарник родини Кипарисових (*Cupressaceae*). Маючи унікальні морфо-анатомічні та фізіолого-біохімічні адаптації, *J. communis L.* здатний не лише витримувати значні рівні антропогенного навантаження, а й виступати потужним біофільтром [3]. Проте можливості та ліміти оптимізації міського середовища за допомогою цього виду в умовах міських ландшафтів Правобережного Лісостепу залишаються недостатньо вивченими. Метою роботи була комплексна оцінка екологічного потенціалу та ефективності використання *Juniperus communis L.* для покращення стану компонентів довкілля урбоекосистем.

Експериментальні дослідження проводили протягом 2024–2025 рр. у межах модельних урбосистем (Черкаси, Умань). Для оцінки екоперетворювального потенціалу рослин було обрано насадження *J. communis L.* різного віку та архітектоніки, що ростуть у контрастних за рівнем забруднення функціональних зонах:

1. примігистральні посадки (інтенсивний транспортний пресинг, висока концентрація вихлопних газів);
2. селитебні території (внутрішньоквартальне озеленення);
3. рекреаційні зони (ботанічні сади, міські парки – умовний контроль).

Програма досліджень передбачала застосування інструментальних та хіміко-аналітичних методів:

- оцінка пилоуловлюючої здатності: визначення маси твердих дрібнодисперсних часток (PM_{2.5} та PM₁₀), осілих на одиницю площі хвої, методом змиву та подальшого вагового аналізу;
- фітонцидна активність: дослідження впливу летких виділень хвої на експоновані культури санітарно-показових мікроорганізмів (*culture-based* метод);
- фізіологічний статус рослин: визначення вмісту фотосинтетичних пігментів (хлорофілу *a*, *b* та каротиноїдів) спектрофотометричним методом для встановлення рівня толерантності виду до екотоксикантів.

Проведені дослідження підтвердили високу архітектонічну та екологічну ефективність *Juniperus communis* L. як біофільтраційного компонента міського середовища.

Важливим результатом стало кількісне визначення пилодепонуючої спроможності виду. Завдяки голчастій структурі, значній сумарній площі хвойної поверхні та наявності специфічного воскового нальоту, *J. communis* L. ефективно акумулює атмосферні аерозолі. Встановлено, що у примігистральних зонах маса затриманого пилу варіювала від 1,8 до 3,4 г/м² хвойної поверхні за місяць, причому понад 40% від загального обсягу становили небезпечні дрібнодисперсні частки фракції PM2.5. На відміну від листяних порід, які скидають асиміляційний апарат на зиму, ялівець здійснює безперервну седиментацію пилу протягом усього року, що є критично важливим для мінімізації зимового смогу в містах.

Вивчення фітонцидної активності виявило потужний дезінфікуючий потенціал досліджуваного виду. Експозиція повітряного середовища у безпосередній близькості до біогруп *J. communis* L. призводила до зниження загального мікробного числа атмосфери на 60–75% порівняно з відкритими незасадженими майданчиками. Леткі фракції ефірних олій ялівцю (переважно α -пінен, мірцен та лімонен) демонстрували виражений бактерицидний та фунгіцидний ефект щодо опортуністичних патогенів міського середовища, суттєво оздоровлюючи повітряний басейн селитебних зон.

Аналіз пігментного комплексу підтвердив високий рівень адаптаційної пластичності рослин. В умовах максимального транспортного навантаження спостерігалось помірне зниження концентрації хлорофілу *a* та *b* (на 15–18% відносно контролю), що компенсувалось компенсаторним зростанням частки каротиноїдів (на 22–26%), які виконують антиоксидантну та фотопротекторну функції. Це свідчить про збереження функціональної стабільності фотосинтетичного апарату *J. communis* L. навіть в умовах поліметалічного та газового стресу, що робить його перспективним для довготривалої експлуатації в «гарячих точках» урбосистем.

Інтродукція та розширення використання *Juniperus communis* L. в озелененні міст Центральної України має високу екологічну доцільність. Вид демонструє значну пилоуловлюючу здатність (зокрема щодо фракції PM2.5), пролонговану фітонцидну активність та високу фізіологічну стійкість до урбанізованого середовища. Отримані результати дозволяють рекомендувати *J. communis* L. як базовий елемент при проектуванні лінійних захисних екосмуг уздовж транспортних артерій, формуванні санітарно-захисних зон підприємств та створенні мікрокліматичних оаз у житлових кварталах з метою оптимізації екологічного профілю сучасних урбосистем.

Список використаних джерел

1. Левон Ф. М., Кузнецов С. І. Концептуальні основи формування стійких та екологічно ефективних зелених насаджень в урбанізованому середовищі. *Інтродукція рослин*. 2021. № 3. С. 45–53.
2. Бессонова В. П., Зайцева І. А. Фізіолого-біохімічні аспекти стійкості хвойних рослин в умовах техногенного забруднення. *Екологічні науки*. 2023. Т. 46, № 1. С. 102–109.
3. Popek R., Haynes A., Przybysz A. Particulate matter accumulation on coniferous



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



ОЦІНКА ФІТОТОКСИЧНОСТІ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ГРУНТІВ У ЗОНАХ ВПЛИВУ ПОЛІГОНІВ ТПВ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Гурський І.М., к. с.-г. н., Парубок В.О., аспірант

Уманський національний університет

gurskiyvet@gmail.com

Проблема поводження з муніципальними відходами є одним із найгостріших екологічних викликів для Черкаської області. Більшість діючих та закритих полігонів твердих побутових відходів (ТПВ) у регіоні експлуатуються протягом кількох десятиліть, часто без належної гідроізоляції основи та систем збору фільтрату. Це призводить до постійного витоку токсичного висококонцентрованого фільтрату в суміжні едафотопи [1]. Фільтрат полігонів ТПВ є багатокомпонентною системою, що містить солі важких металів, стійкі органічні сполуки (включаючи ксенобіотики) та складні мікробні асоціації [2].

Потрапляючи у ґрунт, ці речовини викликають подвійну деградацію: з одного боку, формується стійкий хімічний токсикоз середовища, що пригнічує розвиток вищих рослин (фітотоксичність), з іншого – кардинально трансформується автохтонний мікробіоценоз, заміщуючись патогенною та санітарно-показовою мікрофлорою. З огляду на це, поєднання методів фітотестування та мікробіологічного індикування є об'єктивним інструментом для комплексної оцінки глибини деградації екосистем у зонах впливу полігонів ТПВ [3]. Метою дослідження було визначити рівень фітотоксичності та ступінь мікробіологічного забруднення ґрунтів навколо ключових полігонів ТПВ Черкаської області.

Експериментальні роботи виконували протягом 2024–2025 рр. Дослідженнями охоплено території, прилеглі до найбільших полігонів ТПВ регіону (зокрема, Черкаського міського полігону поблизу с. Руська Поляна, а також полігонів міст Сміла та Умань). Проби ґрунту (сірі лісові та чорноземи оподзолені) відбирали з верхнього горизонту (0–20 см) за радіальними трансектами на різній відстані від тіла полігонів: 50, 100, 300, 500 та 1000 м (контроль).

Лабораторний аналіз фітотоксичності здійснювали методом лабораторних культур (ростовий тест) з використанням крес-салату (*Lepidium sativum* L.) та редису (*Raphanus sativus* L.) як чутливих тест-об'єктів. Розраховували індекс інгібування росту коренів.

Мікробіологічний блок досліджень включав визначення чисельності основних санітарно-показових та опортуністичних мікроорганізмів шляхом глибинного висіву

грунтової суспензії на щільні диференційно-діагностичні середовища. Обліковували титр бактерій групи кишкової палички (БГКП) на середовищі Ендо, ентерококів – на лужно-поліміксиновому середовищі, а також чисельність мікроскопічних грибів з ідентифікацією токсиногенних родів.

Проведені комплексні випробування виявили суттєву екологічну деструкцію едафічних комплексів, радіус якої чітко корелював із відстанню від джерела емісії.

Аналіз тест-функцій рослин зафіксував наявність гострого та помірного токсикозу ґрунтів. У зоні безпосереднього прилягання до полігонів (50 м) індекс інгібування росту коренів для обох тест-культур досягав критичних 74–86%. Сходи відзначалися вираженим хлорозом та некрозом кінчиків кореневої системи, що пов'язано з високою концентрацією в підстилаючому субстраті іонів важких металів та летких органічних кислот. На відстані 300 м рівень фітотоксичності класифікувався як помірний (35–42%), а відносна стабілізація ростових процесів (зниження ефекту гальмування до безпечних <10%) спостерігалася лише на відстані 500–1000 м від межі полігонів.

Різке зростання індексу та депресія мікробіоценозу у зоні до 100 м свідчать про формування стійкого техногенного геохімічного бар'єру, де природне самоочищення ґрунту повністю заблоковане.

Мікробіологічний моніторинг засвідчив глибоку біологічну трансформацію та незадовільний санітарно-епідеміологічний стан досліджуваних ґрунтів. У зразках, відібраних на відстані 50–100 м від полігонів, виявлено аномально високу щільність БГКП (колі-титр складав менше 0,001 г), що згідно з діючими нормативами класифікує ці ґрунти як «забруднені» та «сильно забруднені». Чисельність ентерококів у зоні найближчого впливу коливалася в межах $1,2 \cdot 10^4$ – $4,5 \cdot 10^4$ КУО/г (колонієутворюючих одиниць на грам сухого ґрунту), що вказує на свіже та тривале фекальне забруднення фільтраційними водами.

Паралельно зафіксовано структурний зсув у мікобіоті. Загальний пул мікроскопічних грибів у забруднених зонах зріс у 3,5–5,0 разів порівняно з контролем. Проте це збільшення відбулося виключно за рахунок накопичення анаеробних та мікроаерофільних токсиногенних видів із родів *Aspergillus* (зокрема *A. fumigatus* та *A. niger*) і *Penicillium*. Продукція ними мікотоксинів додатково підсилює загальну фітотоксичність ґрунту та створює пряму загрозу здоров'ю населення через можливість вітрового перенесення спор у суміжні селитебні та рекреаційні зони. Стабілізація санітарно-мікробіологічних показників до нормативних значень фіксувалася на відстані не менше ніж 500 м від обвалування об'єктів ТПВ.

Полігони ТПВ Черкаської області виступають потужними джерелами локального екодеструктивного впливу. На підставі біоіндикаційних досліджень встановлено, що зона критичного пригнічення рослин та інтенсивного мікробіологічного забруднення поширюється в радіусі до 300–500 м від полігонів. Отримані результати підтверджують необхідність оптимізації моніторингових систем та впровадження термінових санаційних заходів (зокрема, створення захисних лісомеліоративних смуг із стійких деревно-чагарникових порід та застосування методів мікробної біоремедіації) для локалізації екологічного збитку в агро- та урбосферах регіону.

Список використаних джерел

1. Гудкова Н. В., Смирнова О. В. Екологічний стан та біологічна активність ґрунтів у зонах локального впливу сміттєзвалищ Лісостепу України. *Екологічні науки*. 2022. Т. 41, № 2. С. 88–94.
2. Коцелянда А. С., Бондарчук І. А. Оцінка фітотоксичності едафотопів в умовах техногенного навантаження від об'єктів розміщення відходів. *Агроекологічний журнал*. 2024. № 1. С. 112–119.
3. Vongdala D., Ju Y., Thongsamer T. Evaluation of soil phytotoxicity and microbial contamination around municipal solid waste dumpsites. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2019. Vol. 191, No. 7. P. 432–445.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



ВПЛИВ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ ДИХАННЯ РОСЛИН ГРЕЧКИ ЯК ПОКАЗНИК АКТИВНОСТІ МЕТАБОЛІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Даценко А.А., к. с.-г. н.

Уманський національний університет

adatsienko3@gmail.com

Сучасні підходи до біологізації технологій вирощування сільськогосподарських культур передбачають широке використання мікробіологічних препаратів і регуляторів росту рослин як ефективних засобів оптимізації фізіолого-біохімічних процесів. Одним із найважливіших інтегральних показників функціонального стану рослинного організму є інтенсивність дихання, яка характеризує рівень енергетичного обміну та відображає активність процесів росту, розвитку й адаптації рослин до умов середовища. Регулювання дихального метаболізму за допомогою біологічно активних препаратів сприяє підвищенню ефективності використання асимілятів, активізації ферментативних реакцій та покращенню функціонування фотосинтетичного апарату в цілому [1,2].

Мета дослідження полягала у встановленні особливостей впливу передпосівної інокуляції насіння бактеріальним препаратом у поєднанні з регулятором росту та позакореневого внесення регулятора росту на інтенсивність дихання рослин гречки.

Експериментальні дослідження проводили протягом 2023–2024 років у польових умовах дослідного поля Уманського національного університету із використанням сорту гречки Надійна. Схема досліду включала передпосівну обробку насіння мікробіологічним препаратом Діазобактерин у нормах 150, 175 і 200 мл на гектарну норму насіння як окремо, так і в комбінації з регулятором росту Агростимулін (композиція комплексу ростових речовин природного походження та синтетичного аналога фітогормонів — 2,6 диметилпіридин-1-оксид, 26 г/л) у нормі 25 мл/т. У фазі першої пари справжніх листків посіви додатково обробляли Агростимулін у нормі 20 мл/га. Польові дослідні заклали у триразовому повторенні із систематичним

розміщенням варіантів. Інтенсивність дихання визначали в лабораторних умовах за удосконаленою методикою шляхом аналізу листового матеріалу, відібраного з типових рослин кожного варіанта досліду.

Аналіз експериментальних даних свідчить, що застосування біологічних препаратів суттєво впливало на інтенсивність дихальних процесів у рослинах гречки. Передпосівна бактеризація насіння Діазобактерином забезпечувала збільшення інтенсивності дихання на 7–9 % порівняно з контрольним варіантом. Водночас сумісне використання Діазобактерину з регулятором росту Агростимулін для передпосівної обробки насіння характеризувалося більш вираженим фізіологічним ефектом, унаслідок чого досліджуваний показник перевищував контроль на 13–15 % та був на 10–15 % вищим порівняно із застосуванням лише Агростимулін.

Отримані результати вказують на активізацію енергетичного метаболізму рослин, що може бути пов'язано з інтенсифікацією синтезу макроергічних сполук, необхідних для забезпечення пластичного обміну та проходження ростових процесів [3,4]. Проведення позакореневого підживлення Агростимуліном на фоні передпосівної інокуляції насіння Діазобактерином сприяло підвищенню інтенсивності дихання до 0,81–0,84 мг CO₂ на 1 г сирої маси за годину, що перевищувало контрольні показники на 8–12 %. За комплексного використання регулятора росту, яке поєднувало обробку насіння та обприскування посівів, приріст інтенсивності дихання становив близько 9 %.

Максимальну ефективність відмічено за комбінованого застосування препаратів, коли передпосівну обробку насіння здійснювали сумішшю Діазобактерину (200 мл на гектарну норму насіння) та Агростимулін (25 мл/т) із подальшим обприскуванням рослин Агростимуліном у нормі 20 мл/га. За такого технологічного поєднання інтенсивність дихання перевищувала контрольний варіант на 24 %, що свідчить про істотну активацію фізіолого-біохімічних процесів у рослинному організмі.

Комплексне застосування мікробіологічного препарату Діазобактерин і регулятора росту Агростимулін забезпечує інтенсифікацію дихального метаболізму рослин гречки, що проявляється достовірним підвищенням інтенсивності дихання. Найвищу ефективність встановлено за поєднання передпосівної бактеризації насіння із наступним позакореневим внесенням регулятора росту. Посилення дихальної активності свідчить про оптимізацію енергетичного забезпечення клітин, що створює сприятливі передумови для активізації фотосинтетичних процесів, накопичення органічної речовини та реалізації продуктивного потенціалу культур [5,6].

Список використаних джерел

1. Шевчук В. М. Вплив строків сівби та передпосівної обробки насіння гречки біопрепаратами на фенологічні показники та розвиток листового апарату. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28(4). DOI: 10.31210/spi2025.28.04.04.
2. Курдиш І. К., Чоботарьов А. Ю., Броварська О. С. та ін. *The Influence of Azotobacter vinelandii IMV B-7076 on the Buckwheat Development and Exometabolite Composition in the Root Zone*. *Mikrobiolohichnyi Zhurnal*. 2024. Vol. 86(5). P. 39–52. DOI: 10.15407/microbiolj86.05.039.
3. Левішко А. С., Маменко П. М. Мікробні добрива та шляхи оптимізації ефективності їх застосування у рослинництві. *Агроєкологічний журнал*. 2025. № 2. DOI: 10.33730/2077-4893.2.2025.333832.

4. Gureeva M. V., Gureev A. P. *Molecular Mechanisms Determining the Role of Bacteria from the Genus Azospirillum in Plant Adaptation to Damaging Environmental Factors*. International Journal of Molecular Sciences. 2023. Vol. 24(11). Article 9122. DOI: 10.3390/ijms24119122.
5. Pelagio-Flores R., Ravelo-Ortega G., García-Pineda E., López-Bucio J. *A Century of Azospirillum: Plant Growth Promotion and Agricultural Promise*. Plant Signaling & Behavior. 2025. Vol. 20(1). DOI: 10.1080/15592324.2025.2551609.
6. Яковенко Д. О., Бородай В. В. Мікобіота ризосфери пшениці озимої за дії біопрепаратів Азотохелп та Граундфікс. Збалансоване природокористування. 2025. № 4. DOI: 10.33730/2310-4678.4.2025.346195.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



НАУКОВІ ПЕРЕДУМОВИ ВИКОРИСТАННЯ ХІМІЧНИХ ТА БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ У ТЕХНОЛОГІЯХ ЗАХИСТУ КАРТОПЛІ

Ськов Ю.В., аспірант, Приплавко С.О., к. с.-г. н.

Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя

ngubiolog@ukr.net

Стратегічне значення картоплі (*Solanum tuberosum* L.) для продовольчого та аграрного сектору України визначається не лише її високою поживною цінністю, а й гнучкістю використання в переробній галузі. Проте сучасні вітчизняні агроценози картоплі функціонують в умовах жорсткого кліматичного пресингу. Температурні аномалії, зміщення періодів випадіння опадів та затяжні посухи останніх десятиліть суттєво лімітують потенціал культури, дестабілізуючи загальні показники врожайності. Одним із наслідків цих процесів є зміна фітосанітарного стану посівів, що проявляється у поширенні нових шкідників і патогенів, збільшенні чисельності існуючих популяцій та зростанні шкоди небезпечних видів [2, 5].

У таких умовах особливої актуальності набуває пошук ефективних систем захисту рослин, здатних забезпечити стабільний урожай і високу якість продукції при мінімальному негативному впливі на навколишнє середовище.

Кліматичні зміни є одним із ключових чинників, що визначають сучасний стан агроєкосистем. Підвищення температури повітря сприяє прискоренню розвитку багатьох комах-шкідників, скороченню тривалості їх життєвих циклів та збільшенню кількості генерацій протягом вегетаційного періоду. Особливу небезпеку для картоплі становить колорадський жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say), який характеризується високою адаптивністю до змін навколишнього середовища. Тепліші погодні умови сприяють його масовому розмноженню та розширенню ареалу поширення. Також зростає значення попелиць, трипсів та павутинного кліща, які не лише пошкоджують рослини безпосередньо, а й можуть бути переносниками вірусних захворювань [2].

Зміни клімату впливають і на розвиток хвороб картоплі. Поєднання високої температури та підвищеної вологості створює сприятливі умови для розвитку фітофторозу, альтернаріозу та інших грибних інфекцій [1, 5]. Водночас посушливі періоди послаблюють рослини та знижують їхню стійкість до патогенів. У результаті виробники картоплі змушені приділяти більше уваги системам захисту рослин та впроваджувати нові підходи до управління фітосанітарним станом посівів.

Хімічні засоби захисту рослин залишаються одним із найефективніших інструментів контролю чисельності шкідників і розвитку хвороб картоплі. Їх застосування дозволяє швидко реагувати на виникнення осередків ураження та запобігати значним втратам урожаю [1, 2].

Серед сучасних інсектицидів важливе місце займають препарати на основі хлорантраніліпролу, які належать до групи діамідів. Їх механізм дії полягає у впливі на ріанодинові рецептори м'язової системи комах, що призводить до припинення живлення та загибелі шкідника. Такі препарати характеризуються високою ефективністю проти колорадського жука та тривалим періодом захисної дії. Перевагами хімічних препаратів є швидкий результат, прогнозована ефективність та можливість використання за високого рівня чисельності шкідників. Проте їх інтенсивне застосування супроводжується низкою проблем. Серед них особливу увагу привертають формування резистентності у шкідливих організмів, ризик накопичення залишкових кількостей пестицидів у продукції та негативний вплив на корисну ентомофауну [5].

З огляду на це дедалі більшого значення набуває пошук альтернативних або доповнюючих методів захисту рослин.

Біологічний захист рослин є одним із перспективних напрямів розвитку сучасного сільського господарства. Його основою є використання живих організмів або продуктів їхньої життєдіяльності для контролю чисельності шкідників та збудників хвороб [3, 4, 6].

До найбільш поширених біологічних засобів належать препарати на основі бактерій роду *Bacillus*, грибів роду *Trichoderma*, ентомопатогенних грибів та біоактивних природних сполук. Їх застосування дозволяє знизити хімічне навантаження на агроecosистему та підвищити екологічну безпечність виробництва [3, 4, 6].

Значний інтерес становлять препарати на основі спіносаду – природної речовини, що утворюється бактерією *Saccharopolyspora spinosa*. Вони характеризуються високою інсектицидною активністю проти широкого спектра шкідників та відносно низькою токсичністю для теплокровних організмів [6].

Перспективним напрямом також є використання біополімерних препаратів природного походження, які можуть підвищувати ефективність інших засобів захисту [7]. Однак ефективність біопрепаратів часто залежить від погодних умов, вологості, температури та особливостей агротехнології, що потребує додаткових досліджень для оптимізації їх застосування.

Сучасна концепція інтегрованого захисту рослин передбачає поєднання різних методів контролю шкідливих організмів з метою досягнення максимальної ефективності та мінімізації негативного впливу на довкілля.

У системах захисту картоплі перспективним є поєднання хімічних інсектицидів із біологічними препаратами. Такий підхід дозволяє забезпечити високий рівень контролю шкідників на початкових етапах розвитку культури та підтримувати фітосанітарний стан посівів упродовж вегетації із меншим пестицидним навантаженням.

Крім безпосереднього захисту рослин, інтегровані системи можуть позитивно впливати на врожайність та якість бульб. Зменшення пошкодження рослин шкідниками

сприяє кращому формуванню врожаю, тоді як біологічні препарати можуть стимулювати фізіологічні процеси та покращувати накопичення сухої речовини і крохмалю [7].

Особливо актуальними є дослідження, спрямовані на оцінювання взаємодії хімічних інсектицидів на основі хлорантраніліпролу з біологічними препаратами на основі спіносаду та природних біополімерів. Такі роботи дозволять визначити оптимальні схеми захисту для конкретних сортів картоплі та ґрунтово-кліматичних умов.

Одним із пріоритетних напрямів розвитку сучасного рослинництва є впровадження інтегрованого захисту рослин (Integrated Pest Management – IPM), що базується на комплексному використанні агротехнічних, біологічних, селекційних та хімічних методів контролю шкідливих організмів [5]. Такий підхід відповідає сучасним принципам сталого сільського господарства та дозволяє мінімізувати екологічні ризики без зниження ефективності виробництва.

В умовах кліматичних змін значення інтегрованого захисту картоплі суттєво зростає. Нестабільність погодних умов призводить до зміни фенології розвитку шкідників і патогенів, ускладнює прогнозування фітосанітарної ситуації та знижує ефективність традиційних схем застосування засобів захисту. За таких умов особливо важливого значення набуває поєднання моніторингу фітосанітарного стану посівів із використанням препаратів різного механізму дії.

Згідно зі світовою практикою, перехід до інтегрованих методів захисту (IPM) забезпечує реальне зниження пестицидного навантаження на 20-40%. При цьому якість фітосанітарного моніторингу та контролю популяцій не втрачається. Такий підхід додатково вирішує значну проблему сучасної агрономії – пригнічує швидкість формування резистентності у шкідливих організмів та покращує екологічні показники [5].

Особливо перспективним є поєднання інсектицидів нового покоління на основі хлорантраніліпролу з біологічними препаратами на основі спіносаду та природних біополімерів. Такі технологічні рішення дозволяють забезпечити швидкий захисний ефект і водночас підтримувати природні механізми регуляції чисельності шкідливих організмів [6, 7].

У сучасних умовах інтегровані системи захисту слід розглядати не лише як спосіб контролю шкідників і хвороб, а і як важливий елемент адаптації картоплярства до кліматичних змін. Їх застосування сприяє стабілізації врожайності, покращенню якості продукції та підвищенню екологічної стійкості агроєкосистем [5].

Таким чином, зміни клімату посилюють вплив шкідників і хвороб на рослини картоплі, що потребує удосконалення існуючих систем захисту культури. Хімічні препарати забезпечують високий рівень контролю шкідливих організмів, проте їх широке використання супроводжується екологічними ризиками та розвитком резистентності.

Біологічні препарати є перспективною альтернативою завдяки своїй екологічній безпечності та здатності позитивно впливати на якість продукції [3, 4, 6]. Найбільш перспективним напрямом розвитку сучасних технологій картоплярства є інтегроване використання хімічних та біологічних засобів захисту рослин.

Особливий науковий інтерес становить комплексне оцінювання ефективності хімічних та біологічних препаратів щодо контролю чисельності шкідників картоплі, їх впливу на формування врожайності та якісних показників бульб. Недостатня кількість досліджень, у яких одночасно аналізуються фітосанітарна ефективність, продуктивність культури та якість отриманої продукції, обумовлює необхідність проведення спеціальних

польових досліджень. Саме тому, перспективним напрямом наукових пошуків є вивчення впливу інсектицидів на основі хлорантраніліпролу, спіносаду та біополімерних композицій на урожайність і якість бульб сучасних сортів картоплі.

Список використаних джерел

1. Бублик Н. І. Ефективність системних фунгіцидів проти збудника фітофторозу картоплі. Вісник Інституту захисту рослин НААН. 2019. № 3. С. 45-52.
2. Коваленко О. В. Дія інсектицидів проти колорадського жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) в умовах Лісостепу України. Збірник наукових праць Харківського національного аграрного університету. 2020. Вип. 22. С. 87-94.
3. Гуляєв В. М. Біологічний захист картоплі від ризоктоніозу за використання препаратів на основі *Bacillus subtilis*. Наукові праці Поліського НДІ. 2018. Т. 15. С. 112-118.
4. Петренко С. П. Вплив препаратів *Trichoderma* spp. на якість бульб картоплі та розвиток парші. Агробіологія. 2021. № 4. С. 59-66.
5. Fry W. E. Modeling and management of late blight (*Phytophthora infestans*): advances in fungicide strategies. Plant Disease. 2024. Vol. 108. P. 1123-1134.
6. Lacey L. A. Application of *Beauveria bassiana* for biological control of *Leptinotarsa decemlineata*. Journal of Invertebrate Pathology. 2021. Vol. 178. P. 34-42.
7. De Vries M. Impact of biostimulants on potato tuber dry matter and quality parameters. Wageningen Journal of Life Sciences. 2023. Vol. 102. P. 55-63.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТА ДОГЛЯДУ ЗА ХВОЙНИМИ РОСЛИНАМИ В ОЗЕЛЕНЕННІ МІСТ

Залізняк Я. І., доктор філософії

Уманський національний університет

yana.bezusiak@gmail.com

Сучасні урбанізовані території характеризуються високим рівнем техногенного та антропогенного навантаження, що негативно позначається на якості екологічного середовища та здоров'ї населення. У системі заходів, спрямованих на покращення екологічного стану міст, оптимізацію мікроклімату та створення естетично привабливого простору, особливе місце належить зеленим насадженням. Серед великої різноманітності декоративних культур хвойні рослини посідають провідні позиції. Їхня головна господарська та екологічна цінність полягає в цілорічній декоративності, здатності виділяти фітонциди (леткі речовини, що пригнічують розвиток хвороботворних бактерій), ефективно затримувати пил та знижувати рівень міського шуму навіть у зимовий період, коли листяні дерева перебувають у стані спокою. Проте специфіка міського середовища створює жорсткі умови для їхнього росту, що вимагає глибокого

розуміння біологічних особливостей цих культур та застосування спеціальних технологій догляду [1].

Ріст і розвиток хвойних рослин в умовах міста суттєво відрізняються від їхнього функціонування у природних екосистемах. Головною біологічною особливістю більшості хвойних є наявність вічнозеленої хвої, яка зазвичай живе від 2 до 8 років залежно від виду. Цей фактор, що забезпечує високу декоративність взимку, водночас робить хвойні культури надзвичайно вразливими до забруднення атмосферного повітря. Листяні дерева щорічно скидають листя, позбавляючись від накопичених токсикантів, тоді як хвоя накопичує шкідливі речовини (сполуки сірки, азоту, важкі метали та фотооксиданти) протягом кількох років поспіль. Це призводить до забивання продихів пилом та сажею, порушення процесів фотосинтезу, передчасного пожовтіння, некрозу та масового обсіпання хвої, що послаблює рослину і знижує її тривалість життя в урбосередовищі.

Іншим критичним чинником міського середовища є незадовільний стан ґрунтового покриву. На відміну від лісових ґрунтів, багатих на органіку та мікоризу (симбіотичні гриби, які допомагають корінню хвойних засвоювати воду та мінерали), міські ґрунти часто є переущільненими, асфальтованими, бідними на поживні речовини та забрудненими будівельним сміттям. Переущільнення ґрунту через постійне пішохідне або транспортне навантаження перекриває доступ кисню до кореневої системи, викликаючи її кисневе голодування (асфіксію). Крім того, у зимовий період під час боротьби з ожеледицею комунальні служби масово використовують піщано-сольові суміші. Накопичення хлориду натрію в ґрунті призводить до його засолення, що викликає фізіологічну посуху: коріння хвойних рослин втрачає здатність всмоктувати вологу навіть із вологого ґрунту, через що рослини «висихають» зсередини [2].

Аналіз видового складу, що використовується в озелененні міст, показує, що різні види хвойних мають неоднакову стійкість до міських стресорів. Найбільш витривалими в умовах загазованості та запиленості виявилися представники родини Кипарисових (*Cupressaceae*), зокрема різні форми туї західної (*Thuja occidentalis*) та ялівців (ялівець козацький, віргінський, лускатий). Вони добре переносять стрижку, формування крони та відносно стійкі до сухості повітря. Серед родини Соснових (*Pinaceae*) високу стійкість до умов міста демонструє ялина колюча (*Picea pungens*), особливо її сріблясті та блакитні форми, оскільки щільний восковий наліт на хвої захищає продихи від проникнення газів і пилу. Водночас сосна звичайна (*Pinus sylvestris*) та ялиця (*Abies*) є дуже чутливими до загазованості і тому непридатні для посадки вздовж жорстких автомагістралей, хоча чудово почувуються у великих міських парках та приміських зонах.

Враховуючи зазначені деструктивні фактори, технологія догляду за хвойними рослинами в місті має бути комплексною, системною та адаптованою до конкретної екологічної локації. Першим і найважливішим елементом догляду є забезпечення оптимального водного режиму. Оскільки хвойні рослини випаровують вологу цілий рік, вони потребують регулярного і глибокого поливу, особливо в періоди літньої спеки та тривалої осінньої посухи. Обов'язковим прийомом для міських умов є дощування крони (обмивання водою), яке проводять у вечірній або ранковий час. Цей захід дозволяє змити

з хвої шар пилу, кіптяви та солей, звільняючи продиhi для нормального дихання і фотосинтезу, а також суттєво знижує температуру крони в спекотні дні.

Оскільки міські ґрунти швидко виснажуються, хвойні насадження потребують регулярного, але збалансованого підживлення. Важливо враховувати, що використання свіжих органічних добрив або надмірних доз азоту є неприпустимим, оскільки це викликає бурхливий ріст нездерев'янілих пагонів, які взимку вимерзають, а також пригнічує розвиток необхідної мікоризи. Підживлення слід проводити спеціалізованими мінеральними добривами для хвойних культур із підвищеним вмістом калію, фосфору, магнію та заліза, що покращує імунітет рослин та підтримує насичений зелений колір хвої. Для боротьби з переущільненням та пересиханням ґрунту навколостовбурові кола обов'язково мульчують сосною корою, тріскою або торфом шаром 5–8 см. Мульча стримує ріст бур'янів, зберігає вологу, захищає коріння від перегріву влітку і промерзання взимку, а також поступово підкислює ґрунт, створюючи сприятливе середовище [3].

Специфічним, але критично важливим етапом догляду за міськими хвойними є їхня підготовка до зимово-весняного періоду. Найбільшої шкоди рослинам завдає не стільки мороз, скільки так звані «сонячні опіки» у лютому-березні. У цей час сонце починає яскраво світити, хвоя нагрівається і запускає процес фотосинтезу та випаровування вологи. Проте коріння у промерзломому ґрунті ще «спить» і не може подавати воду до крони. Як наслідок, хвоя з південного боку масово жовтіє та всихає через фізіологічне висушування. Для запобігання цьому молоді посадки та чутливі види (наприклад, ялівець китайський чи конічні форми ялин) на зиму притіняють спеціальною мішковиною або притінювальною сіткою. Крім того, колоновидні крони туй та ялівців восени обв'язують шпагатом, щоб запобігти деформації та розламуванню гілок під вагою мокрого снігу.

Санітарне та формування обрізування також відіграє важливу роль у підтримці життєздатності міських хвойних. Навесні обов'язково видаляють усі пошкоджені, сухі, обморожені та уражені хворобами гілки. Формуючу стрижку (для створення живоплотів чи топіарних форм) проводять у періоди активного росту пагонів, використовуючи лише гострий та продезінфікований інструмент, оскільки через виділення смоли та специфічну структуру тканин рани на хвойних гояться повільніше, ніж на листяних деревах.

Останніми роками через кліматичні зміни та загальне ослаблення імунітету міських рослин різко зросла активність шкідників та збудників хвороб. Найбільшу небезпеку становлять грибкові захворювання (іржа, фузаріоз) та комплекс шкідників (попелиці, щитівки, павутинний кліщ). Ослаблені міським смогом дерева стають легкою мішенню, тому система догляду обов'язково має включати регулярний фітопатологічний моніторинг та профілактичні обробки системними фунгіцидами та інсектицидами [4].

Підсумовуючи, можна констатувати, що хвойні рослини є незамінним елементом екологічно стійкого та естетичного міського простору, який забезпечує цілорічне виконання санітарно-гігієнічних функцій. Проте успішне вирощування хвойних культур в урбанізованому середовищі можливе лише за умови грамотного підбору асортименту (перевага має віддаватися газостійким видам та формам, таким як ялина колюча, туя західна та козацький ялівець) та впровадження інтенсивних технологій догляду.

Регулярний полив, обмивання крони від токсичного пилу, мульчування, збалансоване живлення, захист від зимових опіків та сольового стресу є тими необхідними заходами, що дозволяють нівелювати агресивний вплив міста, продовжити вік хвойних насаджень та забезпечити стабільний екологічний баланс сучасного мегаполісу.

Список використаних джерел:

1. Пушкар В. В. Хвойні у садово-парковому будівництві: монографія / В. В. Пушкар. К. : Вид-во ДАКККиМ, 2004. 284 с.
2. Байрак О. М., Черняк В. М. Наукові принципи оптимізації прищільних насаджень. *Бібліотека Всеукраїнської екологічної ліги*. 2009. № 7–8. С. 2–5.
3. Дендрофлора України. Дикорослі і культивовані дерева і кущі. Покритонасінні: Довідник. Ч. II / М. А. Кохно [та ін.]. К. : Фітосоціоцентр, 2005. 716 с.
4. Калініченко О. А. Декоративна дендрологія : навч. посібник. К. : Вища школа, 2003. 199 с.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



АКТИВНІСТЬ ФЕРМЕНТІВ ЧИНИ ПОСІВНОЇ ЗА ДІЇ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ

Карпенко В. П., д. с.-г. н., **Гайдай І. В.,** аспірант, **Хінціцький О. В.,** аспірант

Уманський національний університет

v-biology@ukr.net

Окисно-відновні перетворення є невід'ємною складовою метаболізму рослин, спрямованість яких визначається дією низки чинників, у тому числі препаратів біологічного й хімічного походження. Метаболічні та фізіолого-біохімічні показники, як інтенсивність нагромадження органічної речовини, дихання, вміст хлорофілу напряду залежать від активності ферментів класу оксидоредуктаз: каталази (КФ. 1.11.1.6), пероксидази (КФ. 1.11.1.7) і поліфенолоксидази (КФ. 1.14.18.1) [1, 2].

Доведено, що біологічні препарати позитивно впливають на активність ферментів окисно-відновного характеру дії в рослинах гороху озимого та ярого, сої, нуту, сочевиці, соризу [1, 3–5], проте функціонування антиоксидантних ферментів у рослинах чини посівної за комплексної і розрізної їх дії практично не досліджувалося.

Метою роботи було вивчення дії препарату Біонеостим (1,0 л/т), використаного за різних способів застосування регулятора росту рослин Вермистим Д (обробка насіння перед сівбою – 7,0 л/т л/т, обприскування посівів – 8,0 л/га), на активність окремих ферментів чини посівної.

Дослідження виконували в польових і лабораторних умовах кафедри біології Уманського національного університету впродовж 2025 року. Дію біопрепарату Біонеостим і регулятора росту рослин Вермистим Д вивчали в посівах чини посівної сорту Іволга.

Польові досліди закладали систематичним методом у триразовій повторності.

Посіви у фазу стеблування обприскували регулятором росту рослин Вермистим Д у нормі 8,0 л/га із розрахунку витрати робочої суміші 200 л/га на фоні обробки насіння перед сівбою біопрепаратом Біонеостим у нормі 1,0 л/т окремо й сумісно з регулятором росту рослин Вермистим Д нормі (7,0 л/т).

Активність ферментів класу оксидоредуктаз: каталази (КФ. 1.11.1.6), пероксидази (КФ. 1.11.1.7) і поліфенолоксидази (КФ. 1.14.18.1) визначали за методикою Х. М. Починка [6] у фазу цвітіння–утворення бобів культури.

Аналіз активності ферментів у листках чини посівної показав, що у варіантах з передпосівною обробкою насіння Біонеостимом у нормі 1,0 л/т активність каталази у порівнянні до контролю зростала на 14%; пероксидази – 12%; поліфенолоксидази – 26%; у варіанті Біонеостим 1,0 л/т + Вермистим Д 7,0 л/т – на 17% – для каталази; 15% – пероксидази і 35% – поліфенолоксидази; у варіанті Біонеостим 1,0 л/т + Вермистим Д 8,0 л/га – 23% – для каталази; 26% – пероксидази та 52% – поліфенолоксидази.

Суттєве зростання активності ферментів виявлено у варіанті з комплексним застосуванням Біонеостиму 1,0 л/т з Вермистимом Д 7,0 л/т і Вермистимом Д 8,0 л/га, де перевищення до контролю для каталази складало 20 мкМоль розкладеного H_2O_2 /г сирової речовини за 1 хв., пероксидази – 35 мкМоль окисненого гваяколу/г сирової маси за 1 хв., поліфенолоксидази – 16 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирової маси за 1 хв. за HP_{05} 3; 5 і 2 відповідно.

Таким чином, біопрепарат Біонеостим і регулятор росту рослин Вермистим Д позитивно впливали на активізацію окремих ферментів класу оксидоредуктаз (каталази, пероксидази, поліфенолоксидази) Найвищу активність ферментів у рослинах чини посівної відзначено за комплексного застосування для обробки насіння перед сівбою біопрепарату Біонеостим у нормі 1,0 л/га з регулятором росту рослин Вермистим Д у нормі 7,0 л/т з наступним обприскуванням по даному фону посівів Вермистимом Д у нормі 8,0 л/га, що перевищувало контроль на 31–70%.

Список використаних джерел

1. Біологізована технологія вирощування нуту : монографія / В. П. Карпенко, І. І. Мостов'як, О. О. Коробко, Р. М. Притуляк. За редакцією І. І. Мостов'яка. Умань: ВПЦ «Візаві», 2021. 125 с.
2. Мусатенко Л. І. Фітогормони і фізіологічно активні речовини в регуляції росту і розвитку рослин. Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку: Ф 50 у 2 т. НАН України, Ін-т фізіології рослин і генетики. Українське товариство фізіологів рослин; голов. ред. В. В. Моргун. К.: Логос, 2009. С. 508–536.
3. Карпенко В. П., Бойко Я. О. Ліпопероксидаційні й ферментативні процеси у рослинах гороху озимого за дії біологічно активних речовин. Наукові горизонти. 2020. № 4 (89). С. 94–100.
4. Карпенко В. П., Івасюк Ю. І., Притуляк Р. М. [та ін.]. Основи біологізації в технологіях вирощування сої : монографія (рекомендації виробництву); за ред. В. П. Карпенка. Умань: Видавець «Сочінський М. М.», 2017. 146 с.
5. Карпенко В. П., Шутко С. С. Ліпопероксидаційні та ферментативні процеси в рослинах соризу за використання гербіциду і регулятора росту рослин. Наукові доповіді НУБіП України, [S.l.], № 6 (76). гру. 2018. ISSN 2223-1609. Доступно за адресою: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/11755>

ВПЛИВ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Ковтун Д.М., асистент кафедри землеробства
Херсонський державний аграрно-економічний університет
dkscience@gmail.com

Сучасний розвиток аграрного виробництва відбувається в умовах суттєвої трансформації кліматичної системи, що зумовлює необхідність перегляду підходів до ведення рослинництва. Серед численних чинників, які визначають рівень продуктивності сільськогосподарських культур, кліматичні умови залишаються одними з найбільш вагомих. Для Півдня України ця проблема набуває особливої актуальності, оскільки регіон розташований у межах степової зони, для якої характерними є нестійке зволоження, значний дефіцит вологи упродовж вегетаційного періоду та висока ймовірність виникнення посушливих явищ.

Протягом останніх десятиліть на території України спостерігаються істотні зміни основних кліматичних показників. Підвищення середньорічної температури повітря супроводжується збільшенням тривалості періодів із високими температурними значеннями, скороченням кількості днів із достатнім зволоженням та зростанням повторюваності екстремальних погодних явищ. У степовій зоні зазначені процеси проявляються особливо виразно, оскільки навіть незначне зменшення кількості ефективних опадів або підвищення температури повітря суттєво впливає на водний режим ґрунту та умови росту й розвитку рослин[1].

Важливою особливістю сучасних кліматичних змін є не стільки зменшення річної кількості опадів, скільки зміна характеру їхнього розподілу протягом року. У багатьох випадках значна частина опадів випадає у вигляді інтенсивних злив, які не забезпечують ефективного поповнення запасів продуктивної вологи в кореневмісному шарі ґрунту. Водночас збільшується тривалість бездощових періодів, особливо у весняно-літній період, коли потреба рослин у воді є максимальною. Внаслідок цього посилюється дія водного стресу, що негативно позначається на реалізації генетичного потенціалу продуктивності культур.

Для зернових культур одним із головних наслідків кліматичних змін є погіршення умов вологозабезпечення в критичні фази органогенезу. Озима пшениця, яка займає провідне місце в структурі посівних площ Півдня України, дедалі частіше стикається з дефіцитом вологи в осінній період. Недостатнє зволоження посівного шару ґрунту ускладнює отримання своєчасних та дружніх сходів, що негативно впливає на формування густоти продуктивного стеблостою. Крім того, підвищені температури повітря в період наливу зерна спричиняють прискорене проходження фенологічних фаз розвитку рослин, внаслідок чого скорочується тривалість накопичення пластичних речовин у зерні та знижується його маса[2].

Значний вплив кліматичні зміни справляють і на продуктивність кукурудзи.

Незважаючи на те, що підвищення температурного режиму сприяє розширенню можливостей вирощування більш пізньостиглих гібридів, нестача вологи в період цвітіння та формування зерна залишається одним із головних лімітуючих факторів урожайності. За умов високих температур і низької відносної вологості повітря погіршується процес запилення, знижується ефективність фотосинтетичної діяльності рослин та порушується формування генеративних органів.

Актуальною залишається проблема впливу кліматичних змін на продуктивність соняшнику. Незважаючи на його відносно високу посухостійкість, екстремальні температурні умови та тривалий дефіцит вологи можуть призводити до істотного зниження врожайності. Особливо негативно водний стрес впливає на формування кошика та налив насіння, що супроводжується зменшенням маси насіння і зниженням показників олійності[3].

Одночасно зі зміною умов вирощування традиційних культур відбувається переоцінка ролі окремих видів рослин, які характеризуються підвищеною адаптивністю до посушливих умов. Серед них особливу увагу привертає сорго, що завдяки своїм біологічним особливостям ефективніше використовує ґрунтову вологу та здатне формувати стабільну врожайність навіть за значного дефіциту опадів. У перспективі можна очікувати подальшого розширення площ вирощування таких культур у структурі посівів степової зони.

Варто зазначити, що негативний вплив кліматичних змін не обмежується лише водним режимом рослин. Підвищення температури повітря сприяє активізації процесів мінералізації органічної речовини ґрунту, що в довгостроковій перспективі може призводити до зниження вмісту гумусу та погіршення агрофізичних властивостей ґрунту. Крім того, зміни клімату супроводжуються трансформацією фітосанітарного стану агроценозів, що проявляється у зміні ареалів поширення окремих шкідників, збудників хвороб та бур'янів[4].

За таких умов особливого значення набуває адаптація агротехнологій до нових кліматичних реалій. Одним із найбільш ефективних напрямів є впровадження ресурсозберігаючих систем землеробства, які забезпечують збереження продуктивної вологи та зменшення деградаційних процесів у ґрунті. Важливу роль відіграють мінімальний і нульовий обробіток ґрунту, використання рослинних решток як мульчувального матеріалу, оптимізація структури посівних площ та удосконалення систем сівозмін.

Не менш важливим заходом є використання сортів і гібридів із підвищеною стійкістю до абіотичних стресів. Сучасні селекційні програми спрямовані на створення генотипів, здатних ефективно використовувати обмежені ресурси вологи та зберігати високий рівень продуктивності за несприятливих погодних умов. Поряд із цим важливого значення набуває оптимізація систем удобрення, яка повинна враховувати не лише потреби культури, а й особливості водного режиму ґрунту.

Перспективним напрямом підвищення адаптивності аграрного виробництва є впровадження елементів точного землеробства. Використання геоінформаційних технологій, дистанційного моніторингу посівів та систем оперативного управління агротехнологічними процесами дозволяє більш ефективно використовувати природні ресурси та своєчасно реагувати на зміни погодних умов[5].

Таким чином, кліматичні зміни є одним із ключових чинників, що визначають сучасний стан та перспективи розвитку рослинництва на Півдні України. Підвищення температурного режиму, посилення посушливості клімату та зростання частоти

екстремальних погодних явищ негативно впливають на формування продуктивності більшості сільськогосподарських культур. У зв'язку з цим забезпечення стабільного виробництва продукції рослинництва потребує впровадження комплексу адаптаційних заходів, спрямованих на раціональне використання природних ресурсів, підвищення стійкості агроценозів та вдосконалення сучасних технологій вирощування культур.

Список використаних джерел.

1. Федорчук М. І., Федорчук В. Г. Вплив кліматичних змін на продуктивність сільськогосподарських культур. – 2022.
2. Костюкевич Т. К., Волошина О. В. Вплив кліматичних змін на формування продуктивності посівів кукурудзи на зелений корм в Центральному Лісостепу України //Аграрні інновації. – 2024. – №. 25. – С. 31-37.
3. Кривохижа Є. М., Матвіїшин А. І., Бринь В. Т. Вплив зміни клімату на врожайність основних сільськогосподарських культур в Україні //Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. – 2024. – №. 44. – С. 33-37.
4. Жигайло Т. С. и др. Оцінка впливу змін клімату на умови вирощування та продуктивність олійного соняшнику в Північному Причорномор'ї //Аграрні інновації. – 2025. – №. 32. – С. 67-78.
5. Шевченко О. В., Пронь О. С., Чеботарьова І. В. Вплив кліматичних змін на деградацію земель та агроєкосистем //Збалансоване природокористування. – 2024. – №. 3. – С. 81-88.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



УРОЖАЙНІСТЬ ТА БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ГІБРИДІВ БРОКОЛІ В УМОВАХ ВІДКРИТОГО ҐРУНТУ

Ковтунюк З.І., кандидат с.-г. н., **Коваль С.В.**, магістр

Уманський національний університет

kovpetfom@ukr.net

Капуста броколі належить до малопоширених овочевих культур в Україні, однак споживчий попит на неї неухильно зростає, а цінова доступність робить її привабливою для населення. Стримуючими чинниками промислового вирощування є недостатня вивченість біологічних особливостей культури, дефіцит адаптованих високопродуктивних сортів і гібридів, а також відсутність науково обґрунтованих рекомендацій щодо агротехніки в різних ґрунтово-кліматичних зонах.

Незважаючи на порівняно невеликі посівні площі (1,4 тис. га, що становить 1,2 % від загальної структури овочівництва), броколі дедалі частіше обирають аграрії завдяки стійкому попиту та придатності до виготовлення заморожених напівфабрикатів. Щорічне зростання площ підтверджує інвестиційну привабливість культури. Досягнута врожайність 16,1 т/га слугує орієнтиром для подальших досліджень [1].

Сортимент капусти броколі, офіційно рекомендований для вирощування в Україні,

демонструє позитивну динаміку. За даними Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, у 2017 році налічувалося 19 сортів і гібридів, тоді як у 2020 році цей показник зріс до 29 одиниць [2].

Багатофакторна природа формування врожайності та якості броколі ставить на перше місце сортовий чинник як найбільш керований в агротехнічному плані. Забезпечення стабільних обсягів виробництва в Україні потребує впровадження інноваційних технологій, які базуються на сортах і гібридах, адаптованих до конкретних ґрунтово-кліматичних умов. Як зазначається в літературі [3], сучасний гібрид броколі для промислового вирощування повинен відповідати таким критеріям: високий генетичний потенціал урожайності, формування щільних вирівняних суцвіть, висока товарна якість і лежкість, придатність для різних каналів реалізації, а також пластичність і толерантність до стресових чинників.

Усі досліджувані гібриди броколі характеризувалися високою якістю врожаю. Аналіз продуктивності показав, що маса центральної головки — основного елемента товарної структури врожаю — у різних варіантах коливалася від 214,2 до 248,6 г. Найкращі результати за цим показником продемонстрували: серед ранньостиглих — гібрид Бесті F1 (248,6 г, що на 34,4 г більше за контроль); серед середньостиглих — гібрид Баторі F1 (238,4 г, із перевищенням контролю на 6,5 г).

Правильний добір гібрида є ключовою складовою технології вирощування будь-якої сільськогосподарської культури, зокрема капусти броколі, а врожайність виступає одним із головних критеріїв ефективності агротехнічних заходів. За результатами досліджень, мінімальну врожайність товарних головок забезпечив гібрид Батавія F1 — 10,2 т/га, тоді як максимальну — Бесті F1 (12,3 т/га). Найбільший діаметр центральної головки відзначено в ранньостиглого гібрида Агассі F1 (13,6 см) та середньостиглого Баторі F1 (13,4 см). Дисперсійний аналіз засвідчив, що сортові особливості визначали врожайність на 69–83 %. У групі ранньостиглих гібридів Бесті F1 перевищив контроль на 0,9 т, проте ця різниця виявилася несуттєвою ($HP_{0,5}=0,93$); натомість Батавія F1 показав нижчу врожайність (10,2 т/га) із суттєвим відставанням від контролю на 1,2 т ($HP_{0,5}=0,93$). Середньостиглий гібрид Орантес F1 (контроль) забезпечив урожайність 12,6 т/га, тоді як Ларсон F1 суттєво поступався йому на 1,4 т (11,2 т/га) при $HP_{0,5}=0,93$.

Броколі — це природний концентрат вітамінів, мінералів і вуглеводів. Проте вміст цих сполук у головках не є фіксованим: він залежить від вибраного гібрида та погодних умов вегетації. У складі суцвіть містяться цукри, клітковина, крохмаль, вітаміни груп В, РР, Е, К, С, β -каротин, а також солі кальцію, калію, фосфору, магнію, заліза та натрію [4].

Проведеними дослідженнями встановлено залежність хімічного складу головок броколі від сортових особливостей гібридів. Аналіз біохімічних показників виявив суттєві відмінності між досліджуваними зразками. Визначення вмісту сухих речовин — основного показника якості — показало його коливання від 12,05 до 16,6 % залежно від гібрида; найвище значення (16,6 %) зафіксовано в середньостиглого гібрида Орантес F1. Загальна кількість цукрів у різних гібридів варіювала від 2,45 до 3,59 %. Найбільший вміст вітаміну С мали гібриди Батавія F1 (93,5 мг/100 г) та Бесті F1 (95,5 мг/100 г). Концентрація нітратів у товарних головках не перевищувала 33,7 мг/кг, що значно нижче допустимого рівня (400 мг/кг).

Таким чином, урожайність броколі на 69–83 % визначалася генотипом гібрида і варіювала від 10,2 до 12,3 т/га. Найкращі результати за врожайністю (12,3 т/га), масою (248,6 г) та біохімічними показниками (сухі речовини — 16,6 %, вітамін С — 95,5 мг/100 г) отримано у гібридів Бесті F1 та Орантес F1. Вміст нітратів у продукції (24,46–33,7 мг/кг)

був безпечним. Рекомендовано для вирощування гібриди Бесті F1 та Баторі F1.

Список використаних джерел.

1. Баса В. І. А., Мельнічук О.Є. Використання капусти броколі для створення ферментованих продуктів харчування. *Актуальні задачі сучасних технологій*: матеріали V Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів (м. Тернопіль, 17-18 листопада 2016 р.). Тер-нопіль. 2016. С. 215-216.

2. Ковтунюк З., Усатюк О. Підбір сортименту та особливості вирощування капусти броколі в літньо-осінній період. *Овочівництво України: історія, традиції, перспективи*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, (21-22 вересня 2016 р. м. Умань). Умань: Візаві, 2016. С.47-49.

3. Хромова А.В. Аналіз сортименту капусти броколі в Україні. *Теоретичні та практичні аспекти сучасних систем землеробства*: матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, присвяченої 150 річчю заснування кафедри землеробства ім. О. М. Можейка (м. Харків, 25 червня 2021 р.). Харків: Мадрид, 2021. С. 147-150.

4. Дидів О. Урожайність і якість гібридів капусти броколі в Західному Лісостепу України. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія : Агрономія*. - 2016. - № 20. - С. 98-102.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



CHEMICAL GROWTH REGULATORS AND BIOTECHNOLOGICAL METHODS AS THE BASIS FOR GROWING PLANTING MATERIAL OF ORNAMENTAL AND NON-TRADITIONAL FRUIT PLANTS

Kovtuniuk Z.I., associate professor of the department of vegetable growing
Uman National University

kovpetfom@ukr.net

Chemical growth regulators and biotechnological methods as the basis for growing planting material of ornamental and non-traditional fruit plants are one of the most promising areas of modern horticulture, which combines the achievements of agrochemistry, plant physiology and biotechnology to improve the quality, productivity and adaptability of plant material. In modern conditions of intensification of agriculture and increasing demand for ornamental and rare fruit crops, the issue of obtaining healthy, genetically stable and fast-growing planting material, capable of providing high survival and resistance to abiotic and biotic stresses, is of particular relevance. In this context, chemical growth regulators and biotechnological methods are key tools for controlled influence on morphogenesis and physiological processes of plants [1].

Chemical plant growth regulators (phytohormones and their synthetic analogues) play an important role in controlling the processes of cell division, elongation and differentiation. The main groups of such compounds include auxins, cytokinins, gibberellins, abscisic acid and

ethylene. Auxins stimulate the formation of the root system, which is critically important at the stage of rooting cuttings of ornamental and rare fruit plants. Cytokinins, on the contrary, activate the growth of shoots and contribute to the formation of a larger number of lateral buds, which is especially important when propagating ornamental crops with a given crown architecture. Gibberellins regulate the processes of stem elongation and seed germination, and can also be used to overcome the dormant period in the seed material of non-traditional fruit plants. In the technologies of growing planting material, an important role is played by the precise dosage and combination of growth regulators, since even minor changes in concentration can significantly affect plant morphogenesis. From a chemical point of view, these compounds act as signaling molecules that interact with cell receptor systems and trigger cascades of biochemical reactions that determine the direction of tissue development. Thus, the chemical nature of growth regulators allows for targeted modification of physiological processes of the plant organism [2].

Biotechnological methods in the cultivation of planting material are based on the use of in vitro cell and tissue culture, microclonal propagation, meristem culture and somatic embryogenesis. These approaches allow obtaining genetically homogeneous, virus-free planting material under controlled conditions, regardless of seasonal factors. The use of biotechnology for the propagation of rare fruit plants, which often have low seed germination or are difficult to propagate by traditional methods, is especially important.

In vitro tissue culture involves the cultivation of plant cells on artificial nutrient media, which include mineral salts, carbon sources (usually sucrose), vitamins and growth regulators. The chemical composition of the nutrient medium is a critical factor that determines the direction of explant development - the formation of callus, roots or shoots. It is the combination of chemically balanced media with growth regulators that ensures effective plant regeneration [3].

Microclonal propagation allows obtaining a large number of identical plants from a small initial tissue, which is especially valuable for ornamental crops with unique morphological features. Meristem culture, in turn, ensures the receipt of healthy material free from viral infections, since meristems usually do not contain pathogens. This significantly increases the quality of planting material and its subsequent productivity.

Integration of chemical growth regulators into in vitro biotechnological systems allows for even more precise control of morphogenesis processes. For example, varying the ratio of auxins and cytokinins in the nutrient medium determines whether root formation or shoot formation will occur. This creates opportunities for programmed cultivation of plants with specified characteristics, which is important for ornamental horticulture and the introduction of new fruit species into culture.

In addition, modern biotechnological approaches include the use of somaclonal variability and genetic transformation to create new forms of plants with increased resistance to stress factors, diseases and adverse environmental conditions. In combination with chemical regulators, this allows not only to propagate existing varieties, but also to improve their economically valuable characteristics.

Thus, chemical growth regulators and biotechnological methods form a single system for modern production of high-quality planting material of ornamental and non-traditional fruit plants. Their integrated application provides control over physiological processes, acceleration of reproduction, improvement of plant material and increase of its adaptive potential. Further development of this industry is associated with improving the composition of nutrient media, expanding the spectrum of new generation growth regulators and the introduction of automated

biotechnological systems.

References

1. Kumar S., Ullah F., Cao B., Ding J., Keerio. Sustainable vanillin production: Biotechnological advances, catalytic innovations, and integrated assessment. *Bioresource Technology*. 2025. P. 13-30.
2. Ali S., Khalil A. A. K., Akhtar M. S., Amin A., & Zaman W. Comprehensive insights into natural bioactive compounds: From chemical diversity and mechanisms to biotechnological innovations and applications. *ChemistryOpen*. 2026. № 15(4). P. 20-25.
3. Akiri E., Galkin A., Lesmes U., Shpigelman A., Fishman A. Project-based learning outcomes: Chemical knowledge and thinking skills of biotechnology and food engineering undergraduate students. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 2025. № 21(10). P. 10-27.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



STUDY OF THE RESULTING GENERATION OF BIOTECHNOLOGICALLY MODIFIED WINTER WHEAT PLANTS IS TOLERANCE TO ADVERSE ENVIRONMENTAL CONDITIONS *IN VITRO* CULTURE

²Komisarenko A.H., ^{1,2}Bronnikova L.I.,

¹Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro,

Zlenkolora@gmail.com

²Institut of Plant Physiology and Genetyc NAS, Kiyv,

allakomisarenko2017@gmail.com

OThe development of plant varieties with enhanced resistance to abiotic stresses using the latest biotechnological methods is becoming increasingly important. Genetic engineering plays a key role among these biotechnological techniques. This method is advancing simultaneously in several areas, one of which is *Agrobacterium*-mediated transformation. Positive results are evident in the increased frequency of obtaining true transformants in which the trait acquired as a result of transgenesis is expressed, as well as the inheritance of the desired trait across generations [1, 3, 5].

To obtain biotechnological plants with increased resistance to osmotic stress, a strain of *A. tumefaciens* was used, which carried the pBi2E construct of a double-stranded antisense suppressor of the proline dehydrogenase (PDH) gene.

Following a series of *in vitro* and *in planta* transformation experiments, T0–T4 seeds of various wheat genotypes were obtained. The level of free proline (pro) is self-regulated by the expression/repression of genes encoding its synthesis/degradation enzymes: Δ 1-pyrrolyl-5-carboxylate synthase (P5CS) and proline dehydrogenase (PDH). The pro content in individual

plant organs may result from its transport from the site of synthesis. Therefore, the determination of free pro content is a complex procedure [2, 4].

The germination activity of maize seeds under osmotic stress was investigated in vitro. Osmotic stress was induced by the addition of mannitol (0.5 M) or seawater salts (20.0 g/l). T0-T4 seeds obtained after transformation and the parental genotypes were subjected to testing. The control consisted of seeds that germinated in water. During germination, the linear dimensions of the roots and the aerial parts were monitored, and the number of rootlets was counted. The experiment was terminated on day 16 due to the onset of seedling death. Morphometric analysis was carried out on day 7. With an increase in stress (2.5% seawater salts or 0.8 M mannitol), germination was further inhibited or ceased altogether.

In the cells of the seedlings obtained following transformation, pro levels varied widely. As rhizogenesis was taking place in the plants, this event serves as an adequate indicator of the organism's resilience. The accumulation of proline can be regarded as a consequence of its synthesis (which varies in intensity), a trait that is genotypically determined. However, synthesis did not necessarily occur in the aerial parts. Rather, it took place in the rootlets, which were formed de novo. The synthesised proline was transported to the aerial parts with the involvement of specialised transporters. In any case, the pro level was sufficient to sustain vital functions. At the same time, we have no grounds to attribute this to transgenesis, as no molecular-genetic analysis of these organisms was carried out.

Our data, despite the complexity of their interpretation, demonstrated the promise of the method used. At the same time, one must bear in mind the constant need for its improvement.

Список використаних джерел.

1. Дубровна О.В., Михальська С.І., Комісаренко А.Г. (2022) Використання генів метаболізму проліну в генетичній інженерії рослин. *Цитологія і генетика*, 56(4), 361 – 378 <https://doi.org/10.3103/S009545272204003X>
2. Колупаєв Ю.Є., Шкляревський М.А. (2025) Накопичення проліну у вегетативних органах *Triticumaestivum* (Poace) за умов посухи на ранніх фазах розвитку: мета-аналіз даних. *Український ботанічний журнал*, 82(4), 277 – 290 <https://doi.org/10.15407/ukrbotj82.04.277>
3. Zhang H., Zhu J., Gong Z., Zhu J – K. (2022) Abiotic stress responses in plants. *Nature reviews genetics*, 23, 104 – 119. <https://doi.org/10.1038/s41576-021-004413-0>
4. Комісаренко А.Г., Михальська С.І. (2023) Дослідження нащадків трансгенних рослин *Triticumaestivum*L. із частковою супресією проліндегідрогенази. *Фактори експериментальної еволюції організмів*, Т.32, 103 – 108 <https://doi.org/10.7124/FEEEO.v.1544>
5. He M., He C – Q., Ding N-Z. (2018) Abiotic stresses: general defeaces for engineering multistress tolerance. *Frontiers Plant Science*, 9, 1771. <https://doi.org/10.3389/fpls2018.01771>

ПРОДУКТИВНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ЗА ДІЇ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ

Косенков І. В., аспірант, Плагун О. А., аспірант, Якимчук А. С., аспірант.

Уманський національний університет

iigooreek@gmail.com

Сучасне аграрне виробництво веде пошук ефективних заходів з підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. Аналіз тенденцій розвитку світового рослинництва свідчить, що одним із шляхів вирішення даного питання є застосування новітніх технологій з використанням біологічних препаратів, які цілеспрямовано регулюють окремі етапи онтогенезу [1–3].

Біологічні препарати здатні підвищувати врожай польових культур на 10–30%, покращувати складові продуктивності рослин (висоту рослин, кількість зерен в колосі, масу 1000 зерен) [4, 5].

Дослідженнями науковців [6, 7] встановлено, що застосування біологічних препаратів сприяє підвищенню врожайності сільськогосподарських культур і поліпшенню якості продукції, відіграючи при цьому не менш важливу роль, ніж використання мінеральних добрив або засобів захисту рослин. Рекомендована норма регуляторів росту за ефективністю прирівнюється до дії повних мінеральних добрив із дозою внесення 30–40 кг/га діючої речовини, що сприяє зниженню потреб у добривах до 20%.

За даними науковців [8, 9], обробка біологічними препаратами підвищує енергію проростання сільськогосподарських культур на 9%, лабораторну схожість – на 6%, польову – 4%. За дії біологічно активних речовин поліпшується основні елементи структури урожаю, особливо у рослин, сформованих з травмованого насіння. Так, кількість продуктивних стебел порівняно з контролем збільшується на 5%, маса 1000 зерен – 2%, кількість зерен у колосі при на 4–7%.

М. Г. Василенко та ін. [10] у своїх дослідженнях встановили, що низка регуляторів росту рослин природного походження (Емістим, Ендوفіт, Неофіт, Гарт, Ноостим, Вегестим, Агростим та Екостим) за використання їх у посівах пшениці ярої, кукурудзи та сої призводять до істотного збільшення врожайності цих культур, а також до покращення показників якості отриманого врожаю, зокрема, вмісту білка, клейковини та жиру в зерні.

Позитивна дія біологічних препаратів має дуже широкий спектр, насамперед, це регуляція ростових і репродуктивних процесів рослин на різних етапах онтогенезу, підвищення рівня урожайності, покращення його якості, підсилення стійкості рослин до несприятливих факторів середовища – високих і низьких температур, нестачі вологи, ураження хворобами і шкідниками, нівелювання пестицидного навантаження [189, 190]. Результати досліджень свідчать про те, що нові регулятори росту здатні підвищувати врожай основних польових культур на 10–30% [11]. Схожого результату досягли й S. Sarig et al. [12], досліджуючи вплив інокуляції насіння сорго зернового бактеріями

Azospirillum brasilensei. Впродовж трьох років досліджень урожайність інокульованих рослин була в середньому на 15% вищою ніж у контролі. При цьому простежувалось збільшення маси 1000 зерен – у середньому на 0,4 г.

Науковцями встановлено [13–15], що при сумісному застосуванні із засобами захисту рослин біологічні препарати реально забезпечують зменшення норм витрат гербіцидів та інсектофунгіцидів на 20–25% за рахунок кращого проникнення останніх у клітини рослин без зниження захисного ефекту, зменшують фітотоксичну та мутагенну дію пестицидів, що сприяє кращому розвитку вегетуючих рослин, підсиленню фотосинтетичної активності, посилюють розвиток листової поверхні та генеративних органів, збільшують кількість зернин в колосі та їх масу, сприяють підвищенню вмісту білків та клейковини, покращують якість зерна, збільшують вміст цукру в коренеплодах цукрових буряків і винограду, покращують товарність картоплі і овочевої продукції.

Науковці [16–18] повідомляють, що застосування біоінокулянтів Ризогумін (600 г/га), Біофосфорин (1,5 л/т), Ризобофит (2,0 л/т) та регуляторів росту рослин Емістим С (10 мл/т), Гаупсин (4,0 л/га) у посівах бобових культур сприяє інтенсифікації генеративного розвитку рослин (збільшенню кількості квіток та збереженню бобів до фази повної стиглості), зростанню озерненості рослин, маси 1000 зерен, покращенню мінерального живлення азотом і фосфором, що забезпечує формування зростаючого рівня врожаю бобових на 13,0–16,8%.

Таким чином, з вищенаведеного матеріалу можна констатувати, що використання біологічних препаратів вписується у систему агротехнічних заходів з догляду за посівами, тому їх застосування сприяє не тільки збільшенню валового виробництва продукції, але й зниженню собівартості вирощуваної продукції, що нині є досить важливим.

Список використаних джерел.

- Тодосійчук О. В. Урожайність і якість зерна чини посівної за дії біологічних препаратів. Агробіологія. Збірник наукових праць Білоцерківського НАУ. Біла Церква. 2024. № 2 (191). С. 128–133. DOI: [10.33245/2310-9270-2024-191-2-128-133](https://doi.org/10.33245/2310-9270-2024-191-2-128-133)
- Kouris-Blazos, A., & Belski, R. Health benefits of legumes and pulses with a focus on Australian sweet lupins. Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition. 2016. № 25 (1). P. 1–17. <https://doi.org/10.6133/apjcn.2016.25.1.23>
- Фурдичко О. І. Агроекологія: монографія. К.: Аграрна наука. 2014. 400 с.
- Aliexsieiev O. O., Patyka V. F. Influence of biological products on the microbium soil in the rhizosphere of *Glycine max* (L.) Merr. Science and World. International scientific journal. 2016. № 12 (40) Vol. II. P. 54–58.
- Притуляк Р. М., Притуляк С. М. Урожайність і якість зерна тритикале ярого за дії гербіцидів та регулятора росту рослин. Сучасні проблеми біології в умовах змін клімату: матер. Всеукраїнської наукової Інтернет-конференції (18 червня 2024 року). Умань: Уманський НУС, 2024. С. 60–62.
- Василенко М. Г., Стадник А. П., Душко П. М. [та ін.]. Урожайність і якість насіння сільськогосподарських культур за дії регуляторів росту рослин Агроекологічний журнал. 2018. № 1. С. 96–101.
- Біологізована технологія вирощування нуту : монографія / В. П. Карпенко, І. І. Мостов'як, О. О. Коробко, Р. М. Притуляк. За редакцією І. І. Мостов'яка. Умань: ВПЦ «Візаві», 2021. 125 с.

12. Танасевич В. І., Шаповал А. В. Вплив біостимуляторів на насіння озимої пшениці різного ступеня травмування. Вісник аграрної науки. 2006. № 8. С. 77–79.
13. Безвіконний П., Тарасюк В. Роль сучасних регуляторів росту рослин в технології вирощування буряка столового. Актуальні питання сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах змін клімату : збірник наукових праць всеукр. наук.-практ. конф., м. Кам'янець-Подільський, 15–16 червня 2017 р. Тернопіль: Крок, 2017. С. 55–57.
14. Василенко М. Г., Стадник А. П., Душко П. М. [та ін.]. Урожайність і якість насіння сільськогосподарських культур за дії регуляторів росту рослин. Агроєкологічний журнал. 2018. № 1. С. 96–101. DOI: 10.33730/2077-4893.1.2018.161350
15. Розробка елементів біологізованих технологій вирощування сільськогосподарських культур з використанням регуляторів росту рослин і гербіцидів / Карпенко В. П., Притуляк Р. М., А. О. Чернега; за ред. В. П. Карпенка. – Умань : Видавець „Сочінський”, 2016. – 357 с.
16. Sarig S., Blum A., Okon Y. Improvement of the water status and yield of field-grown grain sorghum (*Sorghum bicolor*) by inoculation with *Azospirillum brasilense*. The Journal of Agricultural Science. 1988. Vol. 110. № 2. P. 271–277.
17. Карпенко В. П., Івасюк Ю. І., Притуляк Р. М. Функціональна активність листкового апарату сої за дії біологічних і хімічних препаратів. Біологічні студії. “Онтогенез рослин у природному та трансформованому середовищі. Фізіолого-біохімічні та екологічні аспекти”. 2017. Т. 11, № 3-4. С. 22–23.
18. Karpenko V., Pavlyshyn S., Prytuliak R., Naherniuk D. Content of malondialdehyde and activity of enzyme glutathione-S-transferase in the leaves of emmer wheat under the action of herbicide and plant growth regulator. *Agronomy Research*. 2019. 17(1). P. 144–154.
19. Регулятори росту рослин – агротехнологія ХХІ сторіччя. Пропозиція. 2002. № 1. С. 69.
20. Голодна А. В. Формування продуктивності люпину білого залежно від удобрення та передпосівного оброблення насіння. Корми і кормовиробництво. 2019. Вип. 87. С. 62–69.
21. Задорожний В. С., Карасевич В. В., Свитко С. М. [та ін.]. Ефективність біологічних препаратів на посівах сої. Корми і кормовиробництво. 2019. Вип. 87. С. 70–78.
22. Біологізація технології вирощування вівса голозерного / Р. М. Притуляк, К. Ю. Марченко, В. В., О. О. Коробко – Умань : Видавець «Сочінський М. М.», 2026. – 145 с. ISBN 978-966-304-590-0

ІННОВАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ІНГІБІТОРІВ СУКЦИНАТДЕГІДРОГЕНАЗИ ЯК ФАКТОР МІНІМІЗАЦІЇ БІОТИЧНОГО СТРЕСУ ПОСІВІВ СОНЯШНИКУ

Костромський С.О. аспірант, Леонтюк І.Б., к. с-г. н.

Уманський національний університет

kostrom80@live.com

irinaleontyuk0@gmail.com

Зі зміною кліматичних умов посіви соняшнику пересуваються дедалі на захід України, де нині складаються відносно сприятливі умови для вирощування культури. Саме у західних областях спостерігається різке збільшення посівних площ даної культури. Всього за кілька років (з 2015 по 2017 рр.) площі під посіви соняшнику зросли: у Чернівецькій області в 1,7 рази, Тернопільській — у 2,7, Хмельницькій — 3,7, Рівненській — 5,9, Львівській — 3,2, Івано-Франківській — 2,6, у Волинській — в 6,4 рази. Однак, нестабільність погодних умов у цьому регіоні (сильні короточасні зливи, які чергуються з посухою) та порушення правил агротехніки (недотримання сівозміни, строків сівби, невдалі попередники тощо) призводять до ураження соняшнику хворобами різної етіології [1].

За даними фітосанітарного моніторингу останніх років у Західному Лісостепу, зокрема в Тернопільській області, спостерігається висока шкодочинність фомозу (ураження до 30%) та комплексу плямистостей (альтернаріоз, септоріоз — до 22% у вогнищах), дещо менший відсоток ураження фомопсисом, проте за силою руйнівного впливу на рослину та потенціалом втрати врожаю, він значно перевищує більшість інших хвороб [2].

Фомопсис соняшнику в останні десятиріччя виявився одним з найбільш шкідливих захворювань, яке інтенсивно поширюється в світі. Швидке розповсюдження його відбувається аерогенним шляхом і складає 80–200 км/рік [4].

Всі ці фактори вимагають впровадження чіткої системи заходів щодо захисту посівів від хвороб, де поряд з агротехнічними, профілактичними та організаційними заходами, виникає необхідність оптимізації систем захисту шляхом впровадження високоефективних сучасних фунгіцидів. Принциповим кроком у модернізації таких схем є інтеграція у виробництво молекул нового покоління, здатних поєднувати пряму фунгітоксичність із позитивним фізіологічним ефектом. Яскравим прикладом цього напряму є впровадження фунгіцидів класу карбоксамідів (SDHI), які кардинально змінюють підходи до управління фітосанітарним станом посівів.

Клас фунгіцидів (SDHI) на сьогодні представляє одну з найбільш наукомістких та динамічних груп діючих речовин у світовій практиці захисту рослин [5]. Механізм їхньої дії на клітинному рівні полягає у специфічному блокуванні ферментативного комплексу II (сукцинатдегідрогенази) у внутрішній мембрані мітохондрій фітопатогенів [6], що повністю зупиняє перенесення електронів від сукцинату до убіхінону [7]. Це призводить до руйнування циклу трикарбонових кислот, припинення синтезу АТФ та інтенсивної індукції внутрішньоклітинного оксидативного стресу [8].

Сучасні представники цього класу характеризуються підвищеною ліпофільністю. Окрім прямого фунгітоксичного впливу, сполуки класу SDHI демонструють виражений позитивний вплив на фізіологію рослини: вони стабілізують рівень ендогенних цитокінінів, оптимізують роботу продигового апарату за умов дефіциту вологи, уповільнюють руйнування пігментного комплексу та сприяють збереженню продуктивності агроценозу [11].

Для розширення спектра дії та запобігання ризику виникнення резистентності, відповідно до регламентів FRAC (2012), найвищу ефективність молекули SDHI виявляють у поєднанні з інгібіторами деметилювання (триазолами) та інгібіторами хінонізоляції (стробілуринами). Такий синергізм забезпечує одночасну атаку на різні метаболічні центри [10].

Таким чином, розширення посівів соняшнику в Західному Лісостепу за агресивного тиску *Diaporthe helianthi* вимагає переходу до інноваційних систем захисту агроценозів. Впровадження багатокомпонентних препаратів на основі синергізму молекул SDHI, триазолів та стробілуринів дозволяє одночасно вирішити два завдання: їхня багатовекторна клітинна атака надійно блокує розвиток патогену й запобігає резистентності, а виражений фізіологічний ефект підтримує фотосинтетичний потенціал рослин у стресових гідротермічних умовах. З огляду на це, комплексне вивчення впливу таких засобів на фітосанітарний стан посівів та адаптивність генотипів є дуже важливим кроком для стабілізації продуктивності соняшнику в регіоні.

Список використаних джерел.

1. Андрійчук Т. О., Скорейко А. М., Кувшинов О. Я. Оцінка фітосанітарного стану посівів соняшнику в Західному Лісостепу України. *Захист і карантин рослин*. 2021. Вип. 67. С. 73–84
2. Боровська І. Ю. Обґрунтування методів створення вихідного матеріалу соняшнику, стійкого до збудника фомопсису (*Phomopsis helianthi* Munt.-Cvet. et al.) : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.05 / Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН. Харків, 2008. 20 с.
3. Петренко В. П., Боровська І. Ю. Скринінг сучасних фунгіцидів проти збудників плямистостей соняшнику (*Diaporthe helianthi* Munt.-Cvet. et al.). *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2020. Вип. 28. С. 112–121.
4. Burlov V. V. Sunflower breeding for resistance to *Phomopsis helianthi*. *Proceedings of the 15th International Sunflower Conference* (Toulouse, France, 2002). Toulouse, 2002. Vol. 2. P. 45–52.
5. Glättli, A., Grote, T., and Stammler, G. 2011. SDH-inhibitors: History, biological performance and molecular mode of action. Pages 159-170 in: *Modern Fungicides and Antifungal Compounds*, Vol. VI
6. Cecchini, G. 2003. Function and structure of complex II of the respiratory chain. *Annu. Rev. Biochem.* 72:77-109.
7. Sierotzki H., Scalliet G. A review of current knowledge of resistance aspects for succinate dehydrogenase inhibitor fungicides. *Phytopathology*. 2013. Vol. 103, No. 9. P. 880–887.
8. Venot H. F., Michailides T. J. Progress in understanding molecular mechanisms and evolution of resistance to succinate dehydrogenase inhibitor (SDHI) fungicides in phytopathogenic fungi. *Crop Protection*. 2010. Vol. 29

9. Huang, L. S., Sun, G., Cobessi, D., Wang, A. C., Shen, J. T., Tung, E. Y., Anderson, V. E., and Berry, E. A. 2006. 281:5965-5972.
10. Fraaije, B. A., Bayon, C., Atkins, S., Cools, H. J., Lucas, J. A., and Fraaije, M. W. 2011. Risk assessment studies on succinate dehydrogenase inhibitors, the new weapon in the battle to control Septoria leaf blotch in wheat. Mol. Plant Pathol. 13:263-275
11. Berdugo, C. A., Steiner, U., Oerke, E.-C., and Dehne, H.-W. 2011. Effects of the new SDHI fungicide bixafen on the physiology and yield of wheat plants. Pages 81-84 in: Modern Fungicides and Antifungal Compounds, Vol. VI. H. W. Dehne, H. B. Deising, U. Gisi, K. H. Kuck, P. E. Russell, and H. Lyr, eds. DPG, Braunschweig, Germany.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



АГРОБІОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ ПШЕНИЦІ ДВОРУЧКИ ЗА ІНТЕГРОВАНОГО ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН ТА ГЕРБІЦИДУ

Кухарчук С.В., аспірант

Уманський національний університет

S.Kukharchuk@i.ua

Актуальним у дослідженнях є вдосконалення та розробка новітніх елементів екологічно-безпечної технології при вирощуванні пшениці озимої. Для екологічно оптимізованого захисту рослин надзвичайно важливо знижувати хімічне навантаження на рослини та ґрунт, розкривати, розробляти й впроваджувати невикористані можливості та нові методи біотехнології. Такі заходи біологізації необхідно спрямовувати на відновлення родючості ґрунтів, підвищуючи продуктивність зерна пшениці озимої [1].

В умовах зміни клімату та війни в Україні, важливим є пошук адаптивних елементів технологій вирощування пшениці озимої, які б забезпечили стабільне збільшення продуктивності сільськогосподарської культури за використання сучасних прийомів, що нині є актуальним [2]. Однак, для зменшення екологічної небезпечності гербіцидів поліпшується їх асортимент, вдосконалюються технології використання, розробляються і вводяться в склад препаратів антидоти, ведеться селекція рослин на стійкість до гербіцидів [3].

Завершальним етапом агротехнічного циклу є формування врожаю, який відображає ефективність взаємодії усіх факторів росту та розвитку рослин. Аналіз врожайності дозволяє оцінити вплив різних складових технології вирощування на продуктивність та визначити оптимальні шляхи підвищення урожайності. Для отримання високого рівня продуктивності необхідно забезпечити раціональне використання посівного масиву, правильний розрахунок норм внесення пестицидів, регуляторів росту рослин та елементів агротехнічної обробки, а також оптимальне навантаження на одиницю площі. Важливим фактором є дотримання технології вирощування та

комплексного проведення агротехнічних заходів. Особливу увагу слід приділяти контролю бур'янів, оскільки вони більш ефективно використовують елементи живлення, вологу та сонячну енергію, що обмежує розвиток культурних рослин і зменшує площу живлення рослин пшениці озимої [4].

У дослідженні було використано гербіцид Триатлон Прайм у поєднанні з регулятором росту рослин Амінокат 30. Така комбінація забезпечила високу ефективність у боротьбі з бур'янами та сприяла істотному підвищенню продуктивності культури. Аналіз даних показує чітку залежність урожайності пшениці озимої від обробки препаратами та норми внесення гербіциду.

У контрольному варіанті без внесення препаратів урожайність становила 4,37 т/га, що є базовим показником для порівняння ефективності інших варіантів обробки. Це свідчить про вплив природної забур'яненості та відсутність стимулюючої дії препаратів на продуктивність культури.

Внесення лише регулятора росту сприяло збільшенню врожайності на 0,32 т/га, або 9,5 % відносно контролю. Це демонструє, що стимуляція росту і розвитку рослин позитивно впливає на формування продуктивності культури, але ефект обмежений через наявність бур'янів та конкуренцію за ресурси.

Комплексне застосування гербіциду із регулятором росту дало значно вищий ефект. За норми гербіциду 0,04 кг/га урожайність досягла 5,04 т/га, що на 0,67 т/га (19,9%) більше за контроль. За норми 0,05 кг/га – урожайність зростає до 5,30 т/га, а приріст склав 0,93 т/га (27,6%), що є максимальним значенням серед усіх варіантів. При внесенні 0,06 кг/га – урожайність склала 4,89 т/га, з приростом 0,52 т/га (15,4%), що свідчить про те, що надмірна доза гербіциду може знижувати ефективність впливу на врожайність. Таким чином, дані досліджень свідчать про наявність оптимальної норми внесення гербіциду (0,05 кг/га) у поєднанні з регулятором росту, яка забезпечує максимальний приріст урожаю та ефективне пригнічення бур'янів. Водночас застосування лише регулятора росту має обмежений стимулюючий ефект і не дозволяє досягти максимального рівня продуктивності.

Отже, найвища урожайність зерна пшениці озимої сорту Клариса була за сумісного внесення Триатлону Прайм в нормі 0,05 кг/га з Амінокатом 30 у нормі 2,0 л/га. Цей варіант мав найвищу прибавку врожаю до контролю у 27,6 %, що позитивно впливало на ростові і регулюючі процеси культурних рослин. Таке поєднання забезпечує баланс між пригніченням бур'янів і стимуляцією росту рослин. Дані результати підтверджують необхідність комплексного підходу до агротехнічного та хімічного захисту посівів пшениці озимої для підвищення продуктивності та ефективності використання ресурсів посівного масиву.

Список використаних джерел.

1. Кіріакіді К.М. Вплив комплексного препарату «Азогран» на урожайність озимої пшениці та еколого-трофічні групи у ризосфері. /*Sectoral research XXI: characteristics and features: collection of scientific papers «SCIENTIA» with Proceedings of the III International Scientific and Theoretical Conference, Chicago, USA: European Scientific Platform, 2022. Vol. 2. P. 31 – 37.*
2. Сільське господарство України : статистичний збірник / відповідальний за випуск Олег

https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv_u/07/Arch_sg_zb.htm (дата звернення: 27.03.2025).

3. Домарацький Є. О. Адаптація агротехніки вирощування основних сільськогосподарських культур до змін кліматичних умов південного Степу України. *Онтогенез, стан, проблеми, та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах* : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. Херсон : РВЦ «Колос», 2016. С. 14–16.

4. Черняк, М. О. Ефективність систем хімічного захисту посівів пшениці озимої від бур'янів. *Новітні агротехнології*, (8). (2020). URL: <https://doi.org/10.47414/na.8.2020.231244> (дата звернення 20.07.25)



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



ВМІСТ ФОТОСИНТЕТИЧНИХ ПІГМЕНТІВ У ЛИСТКАХ РОСЛИН ПРОСА ЗВИЧАЙНОГО ЗА ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ КОМПОЗИЦІЯМИ МЕТАБОЛІЧНО АКТИВНИХ СПОЛУК

Кучменко О. Б., д. б. н., проф., Гавій В. М., к. б. н., проф., Новаков Р. В., аспірант

Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя

kuchmenko1978@gmail.com

Фотосинтетичний апарат рослин є одним із ключових елементів, що визначає рівень їх продуктивності, стійкості до стресових чинників та ефективність використання енергії сонячного світла. Основними показниками стану та активності фотосинтетичної системи виступають вміст і співвідношення хлорофілів *a* та *b*, які беруть безпосередню участь у процесах поглинання світлової енергії та її перетворення у хімічну.

Одним із перспективних напрямів підвищення фотосинтетичної активності є застосування метаболічно активних сполук, які здатні впливати на інтенсивність обмінних процесів у клітинах, активізувати ферментні системи та сприяти кращому засвоєнню макро- і мікроелементів. Особливо важливою в цьому контексті є роль магнію – центрального атома молекули хлорофілу, від якого залежить формування і стабільність пігментно-білкових комплексів. Передпосівна обробка насіння композиціями таких сполук розглядається як ефективний прийом біостимуляції, що дає змогу підвищити стійкість рослин до несприятливих умов і оптимізувати процеси фотосинтезу вже на ранніх етапах розвитку.

Просо звичайне (*Panicum miliaceum* L.) сорту «Біла Альтанка» – ультраскоростиглий сорт жовтого проса. Сорт занесений до Державного реєстру сортів рослин України з 2012 року. Дослідження проводили в умовах відкритого ґрунту на дослідних ділянках території агробіостанції Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя. Передпосівну обробку насіння проводили композиціями метаболічно активних речовин: вітамін Е (10^{-8} М), параоксибензойна кислота (ПОБК) (0,001%), метіонін (0,001%), убіхінон-10 (10^{-8} М) і $MgSO_4$ (0,001%). Схема досліду передбачала

п'ять варіантів передпосівної обробки насіння: 1. Контроль – насіння, оброблене водою; 2. ЕММg – насіння, оброблене композицією речовин: вітамін Е + метіонін + MgSO_4 ; 3. ЕМПМg – насіння, оброблене композицією речовин: вітамін Е + метіонін + параоксибензойна кислота + MgSO_4 ; 4. ЕПМg – насіння, оброблене композицією речовин: вітамін Е + параоксибензойна кислота + MgSO_4 ; 5. EQ – насіння, оброблене композицією речовин: вітамін Е + убіхінон-10.

Після обробки композиціями метаболічно активних речовин насіння проса сорту «Біла альтанка» висівали в ґрунт поля. Визначення вмісту хлорофілу в листках рослин на різних фазах розвитку проводили в десятикратній повторності спектрофотометричним методом за довжин хвиль 644 нм, 655 нм і 662 нм.

Дослідження вмісту хлорофілів у тканинах листків проса звичайного показало, що передпосівна обробка насіння різними комбінаціями метаболічно активних сполук впливала на рівень фотосинтетичних пігментів у фазі кущіння. Найвищий рівень загального хлорофілу відзначено за обробки насіння комбінацією ЕММg, що перевищує контроль на 20,6 %. У варіантах з обробкою ЕМПМg та ЕПМg концентрація пігментів була нижчою, а мінімальне значення зафіксовано у варіанті EQ. Показники вмісту хлорофілу *a* мали тенденцію до підвищення у варіанті ЕММg. Водночас варіанти з ЕПМg та EQ характеризувалися нижчим рівнем хлорофілу *a* порівняно з контролем. Аналогічна тенденція спостерігається і для хлорофілу *b*. Найвищий вміст загального хлорофілу у тканинах листків, перерахований на сиру масу листків, відзначено у варіанті з ЕММg, що може бути зумовлено оптимізацією процесів фотосинтетичної активності. Співвідношення хлорофілів *a/b*, яке характеризує ефективність фотосинтетичного апарату, коливалося в межах 1,79–2,36. Найбільше значення цього коефіцієнта зафіксовано у контрольному варіанті.

Найвищий вміст хлорофілів (*a+b*) у фазі цвітіння коливалася спостерігався у варіанті з обробкою ЕММg, що може свідчити про активізацію синтезу пігментів під впливом комплексу сполук. Найвищий вміст як хлорофілу *a*, так і хлорофілу *b*, також відзначено за дії ЕММg, що може вказувати на стимулювальний ефект метаболічних сполук магнію на хлоропластну систему та процеси фотосинтезу. Найвищий вміст загального хлорофілу у тканинах листків, перерахований на сиру масу листків, також відмічено у варіанті з ЕММg. Аналогічна закономірність характерна і для фракцій *a* та *b*. Співвідношення вмісту хлорофілів *a/b* залишалося стабільним у всіх варіантах та становило біля 2,29, що може вказувати на збереження оптимальної структурно-функціональної організації фотосинтетичного апарату.

У фазі викидання волоті спостерігається загальне підвищення вмісту хлорофілів у всіх дослідних варіантах порівняно з контролем. Максимальне зростання загального вмісту хлорофілу (*a+b*) зафіксовано у варіанті ЕПМg, що може свідчити про виражений стимулювальний ефект метаболічних сполук на біосинтез пігментів у період активного формування фотосинтетичного апарату. За застосування ЕПМg обидва пігменти накопичувалися в найбільшій кількості, що може вказувати на активізацію процесів хлоропластогенезу та підвищення фотосинтетичної активності. За показниками вмісту хлорофілів у перерахунку на сиру масу спостерігається подібна тенденція – максимальне зростання у варіанті ЕПМg, що може свідчити про посилення асиміляційних процесів і підвищення ефективності фотосинтезу під впливом комбінації сполук, що містить магній. Співвідношення хлорофілів *a/b* залишалося відносно стабільним (у межах 2,29–2,37), що також може свідчити про збалансоване накопичення обох форм хлорофілу та збереження оптимального функціонального стану фотосинтетичного апарату.

Передпосівна обробка насіння комбінаціями метаболічно активних сполук істотно вплинула на вміст фотосинтетичних пігментів у листках проса звичайного в усі досліджувані фази розвитку. У порівнянні з контролем у більшості варіантів спостерігалось підвищення вмісту хлорофілів a і b , а також їхньої загальної кількості.

Найбільш виражений позитивний ефект у всіх фазах росту (кущіння, викидання волоті, цвітіння) забезпечувала обробка насіння комбінаціями, що містили магній, зокрема ЕММg та ЕПМg. Саме за цих варіантів спостерігалось максимальне накопичення загального хлорофілу ($a+b$) як у перерахунку на об'єм екстракту, так і на сиру масу тканин.

У фазі викидання волоті кількість хлорофілів була найвищою, що може свідчити про інтенсивний розвиток фотосинтетичного апарату в цей період. У фазі цвітіння вміст пігментів дещо зменшувався, що є природним проявом вікових змін у листових тканинах.

Співвідношення хлорофілу a до b (a/b) залишалось відносно сталим у всіх дослідних варіантах (приблизно 2,3), що може вказувати на збереження оптимального структурно-функціонального стану фотосинтетичної системи незалежно від обробки.

Загалом, застосування метаболічно активних сполук, сприяє підвищенню синтетичної активності листків проса, покращенню пігментного комплексу та формуванню ефективнішого фотосинтетичного апарату, що є важливою передумовою підвищення продуктивності рослин.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



ФОТОСИНТЕТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ ГОРОХУ ОЗИМОГО ЗА ДІЇ БІОПРЕПАРАТІВ

Леонтюк І.Б., к. с.-г. н., Кульчицький Д.С., магістр

Уманський національний університет

irinaleontyuk0@gmail.com

Горох посівний є провідною зернобобовою культурою в Україні, яка має важливе продовольче, кормове та агротехнічне значення. Завдяки високому вмісту білка (22–28 %), незамінних амінокислот, вітамінів групи В та мінеральних речовин зерно гороху є цінним продуктом харчування людини та якісним кормом для сільськогосподарських тварин.

Сьогодні зернобобові культури за сумарною площею посівів посідають друге місце після зернових. Посівні площі гороху в Україні становлять близько 300 тис. га, з яких приблизно 25 % припадає на зону Степу.

Серед сучасних сортів особливе місце займає горох озимий сорту Зима. Цей сорт вирізняється високою зимостійкістю, доброю стійкістю до вилягання, раннім дозріванням та підвищеним потенціалом урожайності. Саме тому сорт Зима є перспективним для розширення посівів озимого гороху в умовах Лісостепу та північної частини Степу України. Проте, як і більшість сортів гороху, Зима є досить вимогливою

культурою до світла, вологи та родючості ґрунту. У несприятливих погодно-кліматичних умовах (посуха, низькі температури ранньою весною, недостатнє забезпечення елементами живлення) рослини часто не повністю реалізують свій генетичний потенціал продуктивності.

У зв'язку з цим актуальним є пошук ефективних агротехнічних прийомів, зокрема застосування сучасних біопрепаратів, які здатні підвищити стійкість рослин до стресових факторів, покращити ріст, фотосинтетичну діяльність та врожайність сорту Зима.

В своїй роботі досліджували передпосівну інокуляцію насіння гороху озимого сорту Зима біопрепаратами Ризоактив (на основі *Rhizobium leguminosarum*) та Біофосфорин (на основі фосфат-мобілізуючих бактерій *Bacillus megaterium*) окремо та в комбінації.

Інокуляція насіння стимулювала ранній розвиток рослин уже з фази сходів. У фазу бутонізації висота рослин у варіанті з Ризоактив зросла на 12% порівняно з контролем (без обробки), у варіанті з Біофосфорин — на 8%, а в комбінованому варіанті (Ризоактив + Біофосфорин) — на 16%. У фазу повного цвітіння приріст висоти становив відповідно 14 %, 10% та 18%.

Особливо виражений ефект спостерігався на розвитку кореневої системи та бульбочок. Кількість бульбочок на одну рослину в контролі становила в середньому 18–22 шт. Застосування Ризоактив підвищило цей показник у 1,7 раза, Біофосфорин — у 1,3 раза (за рахунок кращого фосфорного живлення, яке активізує азотфіксацію). Максимальна кількість бульбочок (у 2,2 раза більше, ніж у контролі) та їх маса (приріст на 38%) були відмічені в комбінованому варіанті. Бульбочки були більшими, активнішими (рожевого кольору) і рівномірніше розміщені на коренях, що свідчить про ефективніший симбіоз і вищу азотфіксуючу активність (фіксація атмосферного азоту зросла на 35–55 кг/га у комбінації).

Коренева система в оброблених варіантах була потужнішою: довжина головного кореня зросла на 15–25 %, маса коренів — на 20–35 %. Це забезпечило кращу стійкість рослин до стресових факторів (зимові відлиги, весняна посуха).

Покращене азотно-фосфорне живлення позитивно вплинуло на формування фотосинтетичного апарату та його функціонування: площа листкової поверхні (однієї рослини) у фазу цвітіння збільшилася на 18% (Ризоактив), 12% (Біофосфорин) та 25% (комбінація). Фотосинтетичний потенціал посівів (тис. м²·днів/га) зріс відповідно на 20%, 15% та 28%. Вміст хлорофілу (a + b) у листках підвищився на 14 % у варіанті з Ризоактив, на 10% — з Біофосфорин і на 20% — у комбінації. Максимальні значення спостерігалися в період інтенсивного наливу зерна.

Завдяки посиленню фотосинтетичної діяльності рослини краще переносили стресові періоди (весняні заморозки, посуху), що особливо важливо для озимого гороху сорту Зима.

За результатами досліджень, урожайність зерна гороху озимого варіювала залежно від застосованого біопрепарату. В контрольному варіанті (без інокуляції) середня врожайність становила 2,75 т/га. Використання препарату Ризоактив дозволило отримати 3,25 т/га, що на 0,50 т/га або 20% більше порівняно з контролем. Застосування Біофосфорину забезпечило врожайність на рівні 3,10 т/га, тобто приріст склав 0,35 т/га (14%). Найвищу врожайність зафіксовано при поєднанні обох препаратів (Ризоактив + Біофосфорин) — 3,65 т/га, що перевищує контрольний показник на 0,90 т/га, або на 33%. Результати узгоджуються з даними інших досліджень на бобових культурах, де

комбінована інокуляція забезпечувала стабільні прирости врожаю навіть у стресових умовах.

Таким чином, передпосівна інокуляція біопрепаратами Ризоактив і Біофосфорин (особливо в суміші) є ефективним, екологічно безпечним агротехнічним прийомом, який суттєво підвищує продуктивність гороху озимого сорту Зима.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО СКЛАДУ ЖИВИЛЬНОГО РОЗЧИНУ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ЛИСТОВОГО САЛАТУ, ШПИНАТУ ТА ПЕТРУШКИ В ГІДРОПОННИХ СИСТЕМАХ

Лісняк А.А., канд. с.-г. наук, Чайковський В.В., здобувач

Навчально-науковий інститут екології, зеленої енергетики та сталого розвитку
Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна,

anlisnyak@gmail.com

Сучасні гідропонні системи є перспективним напрямом виробництва овочевої продукції, оскільки дозволяють ефективно використовувати воду, мінеральні добрива та виробничі площі [1]. Однією з головних переваг гідропоніки є можливість контролю фізико-хімічних параметрів живильного розчину, від яких безпосередньо залежить інтенсивність росту, розвиток рослин та формування врожаю [1, 2]. Особливо важливими показниками є кислотність середовища (рН), електропровідність, загальна мінералізація, засоленість, а також концентрація основних елементів мінерального живлення. Саме ці параметри визначають доступність поживних речовин для кореневої системи та ефективність їх використання рослинами [3, 4].

Метою дослідження було встановити вплив фізико-хімічних параметрів живильного розчину на продуктивність листових овочевих культур у гідропонних системах та визначити оптимальні показники водного середовища для їх вирощування.

Дослідження проводили на трьох гідропонних системах із використанням листового салату (*Lactuca sativa* L.), шпинату (*Spinacia oleracea* L.) та петрушки (*Petroselinum crispum* (Mill.) Fuss). Було закладено три варіанти досліду: контроль – вода без внесення добрив; другий варіант – вода з додаванням нітроамофоски у дозі 5 г/10 л води (50 % від рекомендованої норми); третій варіант – вода з додаванням нітроамофоски у дозі 10 г/10 л води (100 % від рекомендованої норми). Для удобрення використовували нітроамофоску марки 16:16:16. У живильному середовищі визначали рН, загальну мінералізацію, засоленість, електропровідність, а також концентрацію азоту, фосфатів та калію. Після завершення вегетації визначали середню масу рослин та врожайність у перерахунку на одиницю площі.

Результати досліджень показали, що внесення мінеральних добрив суттєво впливало на фізико-хімічні характеристики живильного розчину. У контрольному варіанті показник рН становив 7,2, загальна мінералізація – 410 мг/дм³, засоленість – 0,04 %, електропровідність – 690 μ S/cm. Концентрація азоту складала 11 мг/л, фосфатів – 0,7 мг/л, калію – 4 мг/л. За внесення 50 % норми нітроамофоски рН знизився до 6,7, загальна

мінералізація зросла до 980 мг/дм³, засоленість – до 0,11 %, а електропровідність – до 1480 μ S/cm. Вміст азоту збільшився до 39 мг/л, фосфатів – до 2,8 мг/л, калію – до 13 мг/л. Найвищі показники були зафіксовані у варіанті зі 100 % нормою добрива, де рН становив 6,3, загальна мінералізація – 1790 мг/дм³, засоленість – 0,21 %, електропровідність – 2170 μ S/cm, концентрація азоту – 76 мг/л, фосфатів – 4,3 мг/л, калію – 19 мг/л.

Порівняння отриманих результатів свідчить про суттєве покращення сольових характеристик живильного середовища під впливом внесення нітроамофоски. Загальна мінералізація у варіанті зі 100 % нормою добрива перевищувала контрольний показник у 4,4 раза, а у варіанті з 50 % нормою – у 2,4 раза. Засоленість розчину збільшувалася від 0,04 % у контролі до 0,11 % та 0,21 % відповідно. Незважаючи на зростання концентрації солей, усі значення залишалися нижчими за допустимий рівень 0,3 %, що свідчить про відсутність негативного впливу на рослини. Водночас підвищення електропровідності від 690 до 2170 μ S/cm забезпечувало покращення доступності поживних речовин та більш ефективне функціонування кореневої системи.

Встановлено також суттєве зростання концентрації основних елементів живлення. У варіанті зі 100 % нормою добрива вміст азоту був у 6,9 раза вищим порівняно з контролем, фосфатів – у 6,1 раза, калію – у 4,8 раза. Підвищення концентрації макроелементів позитивно вплинуло на процеси фотосинтезу, формування листового апарату та накопичення біомаси. Отримані результати підтверджують, що забезпечення рослин достатньою кількістю доступних форм азоту, фосфору та калію є одним із ключових чинників підвищення продуктивності овочевих культур у гідропонних системах [1, 4, 5].

Покращення фізико-хімічних характеристик живильного середовища супроводжувалося істотним збільшенням маси рослин. У листового салату середня маса однієї рослини зросла від 105 г у контролі до 178 г за використання 50 % норми добрива та до 245 г за використання повної норми. У шпинату аналогічний показник збільшився від 62 до 118 та 171 г відповідно. Найбільшу реакцію на покращення умов живлення продемонструвала петрушка, середня маса якої збільшилася від 34 до 67 та 101 г відповідно до варіантів дослідів. Таким чином, використання повної норми нітроамофоски забезпечило збільшення маси рослин у 2,3–3,0 раза порівняно з контролем.

Аналогічна тенденція була встановлена і щодо врожайності культур. У контрольному варіанті врожайність листового салату становила 2,10 кг/м², шпинату – 1,49 кг/м², петрушки – 1,02 кг/м². За використання 50 % норми добрива врожайність збільшилася до 3,56; 2,83 та 2,01 кг/м² відповідно. Максимальні показники отримано у варіанті зі 100 % нормою нітроамофоски, де врожайність листового салату досягла 4,90 кг/м², шпинату – 4,10 кг/м², петрушки – 3,03 кг/м². Порівняно з контролем приріст урожайності становив 133 % для листового салату, 175 % для шпинату та 197 % для петрушки. Отримані дані підтверджують існування прямої залежності між концентрацією поживних речовин у живильному розчині та рівнем продуктивності рослин.

Економічна оцінка результатів показала високу ефективність використання гідропонних технологій. За врожайності 4,90 кг/м² листового салату вартість продукції становила 588 грн/м², для шпинату – 574 грн/м², для петрушки – 484,8 грн/м². За загальних виробничих витрат 230 грн/м² умовний прибуток становив відповідно 358,0; 344,0 та 254,8 грн/м². Найбільш економічно вигідною культурою виявився листовий

салат, який забезпечив максимальний прибуток та найвищий рівень рентабельності. Отримані результати свідчать про перспективність використання гідропонних систем не лише для приватних господарств, а й для промислового виробництва зеленних культур [1, 3].

Отже, встановлено, що фізико-хімічні параметри живильного розчину мають безпосередній вплив на продуктивність овочевих культур у гідропонних системах. Найкращі результати були отримані у варіанті із внесенням нітроамофоски у дозі 10 г/10 л води, де значення рН становило 6,3, електропровідність – 2170 $\mu\text{S}/\text{cm}$, загальна мінералізація – 1790 мг/дм³, засоленість – 0,21 %, а концентрація основних елементів живлення забезпечувала максимальну врожайність культур. За таких умов урожайність листового салату досягала 4,90 кг/м², шпинату – 4,10 кг/м², петрушки – 3,03 кг/м². Отримані результати можуть бути використані для оптимізації режимів живлення у гідропонних системах та підвищення ефективності виробництва овочевої продукції.

Список використаних джерел

1. Антипчук А. Ф., Роїк М. В. Гідропоніка та сучасні технології вирощування овочевих культур : навч. посіб. Київ : Аграрна освіта, 2018. 256 с.
2. Жук В. М. Гідропонні системи та їх використання у тепличному господарстві. *Науковий вісник НУБіП України*. 2021. № 315. С. 87–94.
3. Василенко С. В. Гідропоніка як сучасний напрям овочівництва. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2021. № 98. С. 55–61.
4. Савчук Н. П. Технологічні аспекти вирощування зеленних культур методом гідропоніки. *Подільський вісник сільського господарства*. 2021. № 35. С. 76–82.
5. Шаповал О. М. Сучасні тенденції розвитку гідропонних технологій у світі та в Україні. *Наукові горизонти*. 2022. № 11. С. 140–148.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ КОМПОЗИТНИХ ВОГНЕСТІЙКИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ДЕРЕВНОЇ ТИРСИ

Ляховська Н.О., ст. викладач

Уманський національний університет

lyakhovska@i.ua

У сучасних умовах глобальних екологічних викликів і необхідності раціонального використання природних ресурсів особливої актуальності набуває концепція «зеленого» будівництва, яка передбачає створення екологічно безпечних, енергоефективних та ресурсозберігаючих будівельних матеріалів. Зростання обсягів будівництва, виснаження природних ресурсів та накопичення промислових відходів зумовлюють необхідність пошуку альтернативних рішень, спрямованих на мінімізацію негативного впливу будівельної галузі на довкілля.

Щороку у світі утворюються мільйони тонн деревних відходів, значна частина яких

не знаходить ефективного застосування та накопичується на полігонах або утилізується шляхом спалювання, що супроводжується додатковими викидами вуглекислого газу в атмосферу. У зв'язку з цим особливого значення набувають дослідження, спрямовані на повторне використання деревної тирси як компонента будівельних матеріалів нового покоління [1].

Сучасні дослідження демонструють, що проблема може бути вирішена шляхом використання спеціальних мінеральних зв'язувальних речовин та антипіренів, які забезпечують формування вогнестійкої структури матеріалу. Поєднання деревної тирси з неорганічними компонентами дозволяє отримати композити, здатні витримувати високі температури без втрати механічних властивостей [2].

У ході нашого дослідження було застосовано аналітичний метод для опрацювання наукових джерел щодо екологічних будівельних матеріалів, порівняльний метод для оцінки характеристик традиційних та композитних матеріалів, а також метод узагальнення для визначення перспектив використання деревної тирси у виробництві вогнестійких будівельних композитів. Аналізувалися показники густини, теплопровідності, водопоглинання та вогнестійкості матеріалів, отримані з узагальнених експериментальних даних сучасних наукових досліджень.

Аналіз результатів сучасних досліджень показав, що використання деревної тирси як наповнювача дозволяє знизити густину будівельного матеріалу на 20–30 % порівняно з традиційними аналогами. При цьому коефіцієнт теплопровідності зменшується до 0,08–0,12 Вт/(м·К), що забезпечує високі теплоізоляційні властивості.

Дослідження також засвідчили, що застосування мінеральних зв'язувальних компонентів та вогнезахисних добавок підвищує межу вогнестійкості композитів до 90–120 хвилин, тоді як традиційні деревинні матеріали втрачають несучу здатність значно швидше.

Встановлено, що використання тирси дозволяє скоротити витрати первинної сировини на 15–25 %, а також сприяє зменшенню кількості відходів деревообробної промисловості. Економічні розрахунки свідчать про можливість зниження собівартості будівельних виробів на 10–18 %.

Крім економічних переваг, застосування таких матеріалів забезпечує зменшення вуглецевого сліду будівельної галузі, що відповідає сучасним міжнародним тенденціям декарбонізації економіки.

Проведений аналіз підтвердив перспективність використання деревної тирси для створення екологічних вогнестійких композитних матеріалів. Встановлено, що застосування вторинної деревної сировини сприяє зниженню густини матеріалів на 20–30 %, скороченню витрат первинних ресурсів на 15–25 % та зменшенню собівартості продукції до 18 %. Доведено, що використання спеціальних мінеральних добавок дозволяє забезпечити межу вогнестійкості на рівні 90–120 хвилин, що значно розширює сфери застосування таких матеріалів.

Список використаних джерел

1. Maake T., Asante J. K., Mhike W. Fire-Retardant Wood Polymer Composite to Be Used as Building Materials for South African Formal and Informal Dwellings. *A Review. Fire*. 2025. №. 8(2). P. 8-14.
2. Tser H. N. The future of fire-resistant materials: How ceramics are revolutionizing sustainable industry. *African Research Reports*. 2026. № 2(6). P. 570-579.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ КУЛЬТИВОВАНОЇ СИРОВИНИ У ВИРОБНИЦТВІ ШОКОЛАДНОЇ ПРОДУКЦІЇ: ІННОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД ДО РОЗВИТКУ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Ляховська Н.О., ст. викладач

Уманський національний університет

lyakhovska@i.ua

Сучасний розвиток харчової промисловості характеризується активним пошуком інноваційних технологій, спрямованих на забезпечення продовольчої безпеки, раціональне використання природних ресурсів та зменшення негативного впливу виробництва на навколишнє середовище.

Шоколадна продукція є одним із найбільш популярних сегментів світового ринку кондитерських виробів. Водночас виробництво какао-бобів, які є основною сировиною для виготовлення шоколаду, значною мірою залежить від кліматичних умов, географічного розташування плантацій та екологічного стану регіонів вирощування. Підвищення температури повітря, деградація ґрунтів, поширення хвороб рослин та скорочення площ сільськогосподарських угідь створюють ризики для стабільного забезпечення світового ринку какао-сировиною. За прогнозами міжнародних організацій, у найближчі десятиліття зміни клімату можуть призвести до суттєвого зменшення врожайності какао-дерев, що, своєю чергою, спричинить зростання вартості какао-продуктів та необхідність пошуку альтернативних джерел отримання сировини.

Одним із найбільш перспективних рішень цієї проблеми є технології клітинного сільськогосподарства, які передбачають культивування рослинних клітин у спеціально створених середовищах із подальшим отриманням біомаси, придатної для використання у виробництві харчових продуктів [1]. Використання культивованих какао-клітин дозволяє відтворювати необхідний хімічний склад традиційних какао-бобів, забезпечуючи при цьому незалежність від сезонних коливань, погодних умов та географічних обмежень. Крім того, такі технології сприяють зниженню антропогенного навантаження на екосистеми та відповідають сучасним принципам циркулярної економіки.

Сучасні біотехнологічні методи дозволяють здійснювати контроль за умовами росту клітин, регулювати вміст біологічно активних речовин, а також отримувати сировину із заданими фізико-хімічними характеристиками. Це відкриває широкі перспективи для створення шоколадної продукції нового покоління з оптимізованим вмістом поліфенольних сполук, антиоксидантів, жирних кислот та ароматичних компонентів. Водночас використання культивованої сировини створює можливості для розроблення функціональних продуктів харчування, орієнтованих на сучасні потреби споживачів [2].

Упродовж останніх років у світі активно розвиваються стартапи, діяльність яких спрямована на створення альтернативних джерел какао-сировини. Завдяки використанню технологій тканинної культури та біореакторів науковцям вдалося отримати клітинні

культури какао, здатні синтезувати характерні для традиційних какао-бобів ароматичні та смакові сполуки. Поява перших зразків шоколадної продукції, виготовленої з лабораторно культивованої сировини, свідчить про поступовий перехід біотехнологічних розробок із наукової площини до практичного впровадження в харчову промисловість.

Важливою перевагою культивованої сировини є можливість зменшення екологічного сліду виробництва шоколадної продукції. Традиційне вирощування какао супроводжується значним споживанням водних ресурсів, вирубуванням лісів та викидами парникових газів. Натомість використання клітинних технологій дозволяє скоротити потребу в земельних ресурсах, мінімізувати використання пестицидів і добрив та забезпечити більш контрольований виробничий процес. У контексті реалізації Цілей сталого розвитку ООН такі технології можуть стати важливим інструментом екологізації харчової промисловості.

Список використаних джерел

4. Nascimento M. B., Alencar J. C., Paulino B. N., Nascimento J. C. Functional and technological potential of by-products from the cocoa (*Theobroma cacao* L.) production chain. *Food Chemistry*. 2025. P. 14-57.

5. Chechitko V., Antoniv A., & Adamchuk L. Analytical review of the market of raw materials and innovative technologies of health-improving food products of plant origin. *Scientific Journal'Animal Science & Food Technologies*. 2024. № 15(3). P. 7-21.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



INTRODUCTION AND ACCLIMATIZATION OF PLANTS AS A DIRECTION OF PRESERVING AND EXPANDING PLANT BIODIVERSITY

Liakhovska N.O., senior lecturer, department of agrobiolgy and biochemistry
Uman National University

lyakhovska@i.ua

Introduction and acclimatization of plants as a direction of preserving and expanding plant biodiversity is one of the key components of modern botany, horticulture and landscape architecture, which has important scientific and practical significance. The conditions of global climate change, the intensification of agriculture and urbanization of territories necessitate the purposeful introduction of new species and varieties of plants into regions where they did not grow before, as well as their further adaptation to local ecological conditions. It is the introduction and acclimatization that ensure the expansion of the genetic and species diversity of cultivated and ornamental plants, which is an important factor in the stability of ecosystems and increasing their productivity [1].

Introduction of plants involves the transfer of species or varieties beyond their natural range for the purpose of cultivation in new conditions. This process is accompanied by a set of studies aimed at assessing the ecological plasticity of plants, their ability to grow, develop and reproduce in a new environment. The success of the introduction largely depends on the

correspondence of the biological characteristics of the species to the climatic, soil and hydrological conditions of the new region. An important role is also played by the genetic variability of plants, which determines their adaptive potential.

Acclimatization is the next stage after the introduction and consists in the gradual adaptation of plants to new living conditions. During the acclimatization process, changes occur at the physiological, biochemical and morphological levels, which allow plants to withstand environmental stress factors, such as temperature fluctuations, lack of moisture, changes in photoperiod and other abiotic influences. A special role in this process is played by the mechanisms of regulation of water balance, photosynthetic activity and antioxidant protection of cells [2].

From the point of view of modern biology, acclimatization is a complex adaptive process that includes both phenotypic plasticity and possible epigenetic changes. This means that plants can change their physiological behavior without changing their genotype, which increases their ability to survive in new conditions. In some cases, prolonged acclimatization can lead to the formation of new populations with increased resistance, which is of great importance for breeding and conservation of plant resources.

Introduction and acclimatization play an important role in preserving biodiversity, especially in conditions of degradation of natural ecosystems and loss of natural habitats of many species. Due to the introduction of rare and endangered species into botanical gardens, dendrological collections and specialized farms, reserve populations are created that can be used to restore natural ecosystems in the future. Thus, introduction performs not only an economic, but also an environmental function [3].

The importance of introduction for ornamental horticulture and fruit crops should be noted separately. Thanks to this process, new species with high decorative qualities or valuable economic properties are introduced into culture, which were previously unavailable for cultivation in certain climatic conditions. This contributes to the diversification of green spaces in cities, increasing their aesthetic and environmental value, as well as expanding the range of fruit crops for the food industry and private gardening [4].

An important tool for successful introduction is the preliminary study of the environmental requirements of plants, their phenological cycles and reactions to stress factors. Modern methods include the use of climate models, laboratory studies of resistance to abiotic factors, as well as experimental plantings in various environmental conditions. This allows predicting the success of acclimatization even before the mass introduction of the species into culture.

Thus, the introduction and acclimatization of plants are complex interrelated processes that ensure the expansion of biodiversity, increased productivity of plant resources and preservation of the genetic fund of the plant world. Their importance is especially growing in the context of modern environmental challenges, when it is necessary to combine the economic use of plants with their preservation and rational reproduction. Further development of this area is associated with the improvement of methods of biotechnology, breeding and environmental monitoring, which will increase the efficiency of introduction processes and ensure sustainable development of plant production in the future.

References

6. Grygorieva O., Klymenko S., Skrypchenko N., Kuznetsov V. Department of Fruit Plant Acclimatization: history, scientific achievements, and prospects. *Plant Introduction*. 2025. № 108. P. 17-34.

7. Zaman W., Ayaz A., & Park S. Climate change and medicinal plant biodiversity: conservation strategies for sustainable use and genetic resource preservation. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 2025. № 72(6). P. 6275-6308.

8. Khwairakpam R., Bhardwaj R., Bisht C., Kangujam B., & Kumar N. Conservation Efforts: Preserving Rare and Endangered Tree Functional Traits. *In Enhancing Forest Resilience through Plant Functional Traits*. 2025. P. 189-209.

9. Hu Y., Zhou W., Hu Y., Wei F. Conservation evolutionary biology: A unified framework connecting the past, present, and future of biodiversity conservation. *Molecular Biology and Evolution*. 2025. № 42(6). P.12-22.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



MICROPLASTICS IN PET AND WILD ANIMAL FEED: NEW CHALLENGES FOR FEED SAFETY

Liakhovska N.O., senior lecturer, department of agrobiolgy and biochemistry
Uman National University
lyakhovska@i.ua

Over the past decades, the problem of environmental pollution by plastic has become global and has become one of the most serious environmental challenges of our time. Of particular concern to the scientific community is microplastics - small particles of polymer materials less than 5 mm in size, which can enter the soil, water, atmosphere and food chains. If earlier the main attention of researchers was focused on the impact of microplastics on human health and the state of marine ecosystems, then recent scientific studies indicate that this problem has spread to the sphere of animal feed production. Pets are an integral part of modern society, and the feed market is showing steady growth worldwide. At the same time, increasing requirements for the quality and safety of feed necessitates the control not only of traditional pollutants, but also of new potential risks, which include microplastics. The presence of polymer particles in feed may be associated with contamination of raw materials, the characteristics of production processes, the use of plastic packaging and the influence of external factors at all stages of the logistics chain [1].

Recent studies of pet and wild animal feed on the UK market have revealed the presence of microplastic particles in the majority of the samples studied. Contamination was recorded in cat, dog and even hedgehog feed, which indicates the scale of the problem and the need for its further study. The results obtained have drawn the attention of scientists to the issue of the impact of microplastics on animal health, since the long-term intake of polymer particles into the body can be accompanied by the accumulation of toxic substances, the development of inflammatory processes and disruption of the functioning of individual organs and systems [2].

Microplastics can enter feed products in various ways. One of the sources is the primary contamination of raw materials used for feed production. Fish meal, meat components, cereals and other ingredients may contain polymer microparticles that accumulate in the environment. In addition, additional contamination may occur during processing, transportation and storage of products.

Researchers pay special attention to dry feeds, since their production technology involves multi-stage mechanical processing and long-term storage in polymer packaging. It has been established that among the most common types of microplastics in feeds, particles of polyethylene, polypropylene and polyethylene terephthalate prevail, which are widely used in the food industry and packaging materials.

The problem of feed contamination with microplastics is not only veterinary, but also ecological. Domestic and wild animals become participants in the secondary distribution of polymer particles in natural ecosystems. In addition, the accumulation of microplastics in animal organisms can contribute to the transfer of toxic compounds and heavy metals adsorbed on the surface of polymers [3].

In modern conditions, one of the priority areas for the development of the feed industry is the implementation of monitoring systems for new types of pollutants, improving laboratory control methods and developing environmentally friendly packaging materials. There is also growing interest in the use of biodegradable polymers and the principles of the circular economy aimed at reducing the plastic load on the environment.

The analysis shows that the problem of microplastics goes beyond traditional environmental research and becomes an important aspect of the safety of feed products for domestic and wild animals. The detection of polymer particles in feed for cats, dogs and hedgehogs confirms the need to strengthen control over the quality of raw materials and technological processes of production.

Further development of research in this area should be aimed at assessing the impact of microplastics on the animal body, improving methods for its detection and implementing innovative solutions aimed at reducing plastic contamination of feed products. Solving this problem is an important condition for ensuring environmental safety, preserving animal health and implementing the principles of sustainable development in the field of feed production.

References

1. Khan A., Qadeer A., Wajid A., Ullah Q., Rahman S. U., Ullah. Microplastics in animal nutrition: Occurrence, spread, and hazard in animals. *Journal of Agriculture and Food Research*. 2024. № 17. P. 10-28.
2. Ali M., Xu C., & Li K. Micro-and Nanoplastics as Emerging Threats to Both Terrestrial and Aquatic Animals: A Comprehensive Review. *Veterinary Sciences*. 2025. № 12(8). P. 68-88.
3. Maganti S. S., & Akkina R. C. Detection and characterisation of microplastics in animal feed. *Online J. Anim. Feed Res*. 2023. № 13(5). P. 348-356.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



**THE INTEGRATION OF CHEMICAL AND BIOTECHNOLOGICAL
APPROACHES IN THE STUDY OF BIOLOGICAL OBJECTS**

Liakhovska N.O., senior lecturer, department of agrobiolgy and biochemistry
Uman National University

lyakhovska@i.ua

The integration of chemical and biotechnological approaches in the study of biological objects is one of the key areas of modern science, providing a deeper understanding of the structural and functional organization of living systems and opening up new opportunities for medicine, pharmacy, the food industry and ecology. The conditions of the rapid development of molecular biology, analytical chemistry and bioengineering have led to the formation of an interdisciplinary approach, within which classical chemical methods are combined with biotechnological technologies for a comprehensive analysis of biological objects of various levels of organization - from molecules and cells to tissues and biocenoses. Such integration allows not only to identify the components of biological systems, but also to study their dynamics, interactions and functional properties in real time, which is fundamentally important for modern scientific and applied research [1].

Chemical approaches traditionally form the basis of the analytical study of biological objects, as they provide an accurate determination of the composition, structure and concentrations of biomolecules. Methods of spectroscopy, chromatography, mass spectrometry, electrochemical analysis allow obtaining detailed information about proteins, lipids, carbohydrates, nucleic acids and low molecular weight compounds. At the same time, the development of modern analytical chemistry contributed to increasing the sensitivity and selectivity of methods, which made it possible to study biological systems at the level of traces and even individual molecules [2]. For example, high-resolution mass spectrometry allows identifying post-translational modifications of proteins, which is critically important for understanding the mechanisms of regulation of cellular processes. Chromatographic methods, in turn, provide separation of complex mixtures of biomolecules, which makes it possible to study metabolic pathways and determine biomarkers of pathological conditions. Biotechnological approaches complement chemical methods, providing the possibility of targeted influence on biological systems and their modifications. The use of recombinant DNA technology, cell cultures, enzymatic catalysis and genetic engineering methods allows not only to analyze, but also to construct biological objects with specified properties. Biotechnological systems make it possible to obtain large volumes of biological material necessary for further chemical research, as well as to create models for studying complex biochemical processes. For example, the use of transgenic organisms or cell lines allows studying the functions of individual genes and proteins under controlled conditions, which significantly increases the accuracy of experimental data. The integration of chemical and biotechnological methods is especially effective in the field of proteomics, metabolomics and genomics, where a comprehensive study of interconnected biomolecular systems is required. Proteomics, which studies the totality of proteins in a cell or organism, is largely based on a combination of mass spectrometry with biotechnological methods of protein isolation and purification. Metabolomics, which analyzes low-molecular metabolites, uses chemical identification methods together with biotechnological models of metabolic processes. Genomics, in turn, combines DNA sequencing methods with bioinformatic and biotechnological approaches to analyze the functioning of genetic material. Such synergy allows for the formation of a holistic picture of the functioning of living systems at the molecular level [3].

An important aspect of integration is the development of biosensor technologies, which are based on the combination of biological components with chemical detectors. Biosensors use enzymes, antibodies or cells as recognition elements that interact with specific analytes, and chemical or physical signal transducers provide its registration. Such systems are widely used in medicine for rapid diagnosis of diseases, in the food industry for product quality control, and in ecology for monitoring environmental pollution. Their high specificity and

sensitivity are the result of the integration of biotechnological recognition principles with chemical measurement methods.

A separate role is played by nanobiotechnology methods, which combine the achievements of nanomaterial chemistry with biotechnological approaches. Nanoparticles can be functionalized with biomolecules for targeted drug delivery, visualization of cellular structures, or selective binding to specific biological targets. Chemical synthesis of nanomaterials provides control over their physicochemical properties, while biotechnological methods allow them to be adapted to biological systems without toxic effects. This opens up prospects for the creation of new therapeutic strategies, in particular in oncology and regenerative medicine. Thus, the integration of chemical and biotechnological approaches forms a new paradigm for the study of biological objects, based on interdisciplinary, high-precision, and functional orientation. It allows us to move from descriptive analysis to a systemic understanding of biological processes, taking into account their multi-level organization

References

1. Kumar S., Ullah F., Cao B., Ding J., Keerio. Sustainable vanillin production: Biotechnological advances, catalytic innovations, and integrated assessment. *Bioresource Technology*. 2025. P. 13-30.
2. Ali S., Khalil A. A. K., Akhtar M. S., Amin A., & Zaman W. Comprehensive insights into natural bioactive compounds: From chemical diversity and mechanisms to biotechnological innovations and applications. *ChemistryOpen*. 2026. № 15(4). P. 20-25.
3. Akiri E., Galkin A., Lesmes U., Shpigelman A., Fishman A. Project-based learning outcomes: Chemical knowledge and thinking skills of biotechnology and food engineering undergraduate students. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 2025. № 21(10). P. 10-27.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



RECYCLING OF PLANT PROTECTION PACKAGING AS A COMPONENT OF THE ECOLOGIZATION OF MODERN AGRICULTURAL PRODUCTION

Liakhovska N.O., senior lecturer, department of agrobiolgy and biochemistry
Uman National University

lyakhovska@i.ua

Modern agriculture is unimaginable without the use of plant protection products, which ensure increased yields and reduced losses of agricultural products. At the same time, the use of pesticides is accompanied by the formation of a significant amount of plastic packaging,

which after use poses a potential threat to the environment. Improper handling of used containers can lead to soil pollution, water resources and a negative impact on human and animal health [1].

In modern conditions, the implementation of environmentally safe management systems for agricultural waste is of particular relevance. One of the promising areas is the organization of collection and processing of plant protection product containers, which meets the principles of circular economy and sustainable development.

Plastic packaging from plant protection products belongs to the category of waste requiring special handling. After using the product, chemical residues may remain on the inner walls of the containers, therefore, burning, burial or reuse of such containers for household needs are unacceptable and pose an environmental hazard.

One of the most effective ways to solve the problem is to organize a centralized collection of used packaging and its further recycling. An important role in this process is played by the procedure of triple rinsing of containers, which allows to minimize the residual content of chemicals and ensure the possibility of further use of plastic as a secondary raw material [2].

Free packaging collection programs contribute to increasing the environmental responsibility of farmers and reducing the amount of hazardous waste in the environment. Recycled plastic can be used to manufacture technical products, which allows to reduce the consumption of primary polymer materials and reduce the anthropogenic load on the environment.

In addition to environmental benefits, proper handling of plant protection product packaging contributes to the harmonization of the national waste management system with European standards. In many countries of the world, mechanisms of extended producer responsibility operate, according to which manufacturing companies participate in financing systems for the collection and recycling of used packaging.

For Ukraine, the development of such initiatives is an important step towards the greening of the agricultural sector and the implementation of the principles of a circular economy. Participation of agricultural enterprises in processing programs contributes to the formation of a culture of responsible environmental management and increased environmental safety of rural areas [3].

The problem of recycling plant protection product containers is an important component of the environmental safety of modern agricultural production. The organization of free collection and recycling systems for used containers contributes to the reduction of environmental pollution, the rational use of resources and the development of a circular economy.

The introduction of modern approaches to waste management in the agricultural sector allows to increase the level of environmental responsibility of agricultural producers and ensure compliance of national practice with international standards of sustainable development. Further research should be directed at improving agricultural waste processing systems and expanding mechanisms for environmental interaction between producers, processing enterprises and agricultural farms.

References

1. Datta D., Kumari N., Mandal E., Sarka, S., & Das B. Ecosystem and biodiversity conservation of sustainable packaging. *In Sustainable packaging strengthened by biomass*. 2025. P. 47-70.

2. Karataeva O. G., Dzhikiya M. K., & Dzhikiya K. A. Organizational and economic aspects of ecologization in the development of the hop products subcomplex. *Caspian Journal of Environmental Sciences*. 2025. № 23(4). P. 1059-1070.

3. Kuznetsova I. V., Beliaeva O. V., Olkhova L. A., Kozyreva O. N., & Shumilova, L. N. Features of the Development of Agricultural Cooperation in the Conditions of Ecologization of Entrepreneurial Activity. *In Corporate Social Responsibility to the Green Growth of Business and Economy*. 2025. P. 293-299.

БОТАНІЧНИЙ ОПИС (*CARYA ILLINOINENSIS* (WANGENH.) K.KOCH, ІНТРОДУКЦІЯ, ЗНАЧЕННЯ ТА ВИРОЩУВАННЯ

Мамчур Т.В., к. с.-г. н.

Уманський національний університет

mamchur-tv@ukr.net

Carya illinoensis (Wangenh.) K.Koch або Гікорі-пекан, карія пекан, к. іллінойська однодомна рослина із родини Горіхові (Juglandaceae). Батьківщина Північна Америка. Велике дерево 50-65 м заввишки, до 2,5 м в діаметрі, вік до 500 років. Стовбур прямий з високою округло-конічною кроною. Кора стовбура, гілок сірокоричнева, розтріскується, тріщини поздовжні або злегка звивисті глибиною до 2 см. Навесні пагони зелені, згодом червонувато-бурі, трішки опушені, з подовженими сочевичками. На пагоні верхівкові бруньки гострояйцеподібні, до 1-1,3 см довжини, сіроопушені, а бічні – яйцеподібні до 6-7 мм.

Листки складні, непарноперисті, 20-60 см довжини, від 9 до 17 шт. За формою подовженоланцетні, 9-15 см завдовжки, 2-6 см завширшки; краї пилчасті або двічіпилчасті, зелені або темно зелені з верхньої сторони, а світло-зелені з нижньої, голі або слабоопушені. Жилкування рельєфне.

Квітки роздільностатеві, вітрозапильні. Суцвіття сережка. Плід несправжня кістянка з двома половинками ядра. Форма і величина ендокарпію відрізняється у сортів. Плоди приємні на смак, калорійні, лежкість необмежена, зберігаються відмінно, транспортабельні [1].

Для аборигенної території вид для населення був і залишається харчовою рослиною, а інтродукція в культуру набула поширення з XVIII ст. На теренах зарубіжжя промислове вирощування було розпочато в першій половині XIX ст. та широко зросло наприкінці XIX ст.

В Україні інтродукцію пекану було проведено ще на початку XIX ст., в Нікітському ботанічному саду (Крим) але такого розвитку як промислового культура не набула та не вийшла за межі дослідницьких закладів. Згодом у 60-х роках було здійснено у Києві та інших областях (Сумська, Херсонська, Кіровоградська, Харківська) [1].

В умовах ботанічного садівництва Уманського національного університету в лісопарковій зоні зростає чотири екземпляри виду *Carya illinoensis* (рис. 1), імовірно висаджений завідувачем кафедри ботаніки В.А. Гаврилюком у 1960 роках із насіння. На жаль підтверджуючих записів не віднайдено. Рослина нині плодоносить. У 2025 р. було визначено за наявністю плодів у підніжжя насаджень. Плоди зібрано та додано до карпоботанічної колекції гербарію (UM).

Також було проаналізовано історичні збори гербарію (UM), де зафіксовано гербарний аркуш, який було зібрано у 1912-16 рр. студентами, імовірно в Нікітському ботанічному саду під час навчальної практики. Вид потребує подальшого дослідження. У 2026 р. відібрано гербарні зразки виду та додано в гербарій (UM), а фото розміщено на світовій платформі iNaturalist <https://www.inaturalist.org/observations/368131522> [3].



загальний вигляд



кора стовбура



суцвіття, листок

Рис. 1. *Carya illinoensis*, фото Т.Мамчур, 03.06.2026.

Вид розмножують насіннєвим, вегетативним способом. Насіннєвий спосіб є основним при інтродукції в нових умовах і відборі найкращих форм, селекції та гібридизації, виведенні і розмноженні нових сортів.

Його культивуванню сприяють цінні біологічні особливості: холодостійкість, посухостійкість, не вибагливий до ґрунтових умов, швидкорослий, ранньостиглий. Тому виведено морозостійкі сорти: 'Майор', 'Індіана', 'Монімейкер'; посухостійкі: 'Стюарт', 'Тексап', 'Брейк'; високоврожайні: 'Куртіс', 'Брейк', 'Махан' [1].

Пекану надають перевагу як і декоративній культурі, оскільки забарвлення листків навесні та влітку є яскраво-зеленим, а восени – оранжево-жовтим з цілою гамою відтінків. Вони мають переваги: очищують повітря, невибагливі у догляді, вітростійкі та морозостійкі, не мають хвороб та шкідників, швидко ростуть і у 15 років мають висоту 7-8 м, добре витримують посуху та високий рівень ґрунтових вод, мають цінну тверду деревину [2].

Отже, пекан невибаглива рослина, може рости на будь-яких ґрунтах, але любить світло і тепло, тому для вирощування радять вибирати найбільш сонячні, прогріті місця на запланованих ділянках. Слід для висаджування уникати низини.

Список використаних джерел

1. Гікорі-пекан. URL:

<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D0%BA%D0%BE%D1%80%D1%96-%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D0%B0%D0%BD> (03 червня 2026)

2. Пекан найбільш цінний та перспективний горіх для України. URL: <https://ilovesad.com/horikh-pekan/?add-to-cart=4738#Melrose> (03 червня 2026)

3. *Carya illinoensis*. URL: <https://www.inaturalist.org/observations/368131522> (дата звернення 03.06.2026)

ВПЛИВ ФАГОВОГО ПРЕПАРАТУ «ПІОФАГ» НА ФУНКЦІОНАЛЬНУ АКТИВНІСТЬ ПЕРИТОНЕАЛЬНИХ МАКРОФАГІВ САМИЦЬ МИШЕЙ

Нахайчук В.С., Довгий Р.С., к. б. н.

Навчально-науковий центр «Інститут біології та медицини»,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
hikavvi@gmail.com

Сучасні зміни клімату та антропогенний вплив на довкілля супроводжуються трансформацією екологічних ніш мікроорганізмів, зміною епідеміологічних характеристик бактеріальних інфекцій і створюють передумови для подальшого поширення антибіотикорезистентності (Rodríguez-Verdugo et al., 2020; Burnham, 2021). У зв'язку з цим одним із перспективних напрямів сучасної біології та імунобіотехнології є розробка альтернативних протимікробних засобів, серед яких особливу увагу привертають бактеріофаги. Окрім безпосередньої літичної дії на бактеріальні клітини, вони здатні взаємодіяти з компонентами вродженого імунітету та модулювати функціональний стан імунокомпетентних клітин (Gogokhia & Round, 2021).

Метою роботи було дослідити вплив фагового препарату «Піофаг» на функціональну активність перитонеальних макрофагів самиць мишей як ключових ефекторних клітин вродженого імунітету.

Дослідження проводили на перитонеальних макрофагах, отриманих від самиць мишей лінії BALB/c. Клітини інкубували з фаговим препаратом «Піофаг» у співвідношенні 1:2 (макрофаг : фагова частка) протягом 24 годин. Для оцінки функціонального стану макрофагів визначали показники фагоцитарної активності, рівень генерації активних форм кисню (АФК), продукцію оксиду азоту (NO) методом Грісса та експресію ко-стимулювальної молекули CD80 методом проточної цитофлуориметрії.

У результаті проведених досліджень встановлено, що під впливом препарату «Піофаг» відзначалася тенденція до підвищення поглинальної активності перитонеальних макрофагів: фагоцитарний індекс зростав з $66,00 \pm 6,92\%$ до $77,30 \pm 10,35\%$, а середня інтенсивність флуоресценції збільшувалася з 85077 ± 21536 до 99143 ± 3057 умовних одиниць. Водночас дія препарату не супроводжувалася розвитком вираженого оксидативного або нітрозативного стресу: рівні генерації АФК (83674 ± 7682 умовних одиниць) не відрізнялися від контролю (85202 ± 7592 умовних одиниць; $p > 0,05$); продукція NO ($2,144 \pm 0,4706$ мкМ) залишалася близькою до контрольних значень ($1,330 \pm 0,7895$ мкМ; $p > 0,05$). Також було виявлено значуще зниження інтенсивності експресії ко-стимулювальної молекули CD80 на поверхні живих макрофагів (з 24634 ± 3996 до 13542 ± 1902 умовних одиниць; ($p < 0,05$)), що може свідчити про особливості регуляції антигенпрезентувальної активності клітин під дією бактеріофагів.

Отримані результати демонструють, що фаговий препарат «Піофаг» проявляє властивості м'якого імуномодулятора без надмірної активації прозапальних механізмів. В умовах глобальних екологічних змін, які можуть опосередковано сприяти поширенню антибіотикорезистентності, дослідження імунобіологічних ефектів бактеріофагів можуть становити інтерес для подальшої розробки нових стратегій профілактики та контролю бактеріальних інфекцій.

АДАПТАЦІЇ ГОСПОДАРСЬКО ЦІННИХ РОСЛИН ДО УМОВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ЇХ ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ

Парахненко В. Г., доктор філософії, ст. викладач

Уманського національного університету

vladparachnenko@ukr.net

У сучасних умовах зміни клімату, зростання антропогенного навантаження на екосистеми та погіршення стану природних ресурсів особливого значення набуває вивчення адаптацій господарсько цінних рослин до умов навколишнього середовища. Рослини є основою продовольчої безпеки людства, джерелом сировини для промисловості, медицини та інших галузей господарства. Їхня здатність пристосовуватися до різних екологічних чинників забезпечує стабільність урожайності та ефективність використання земельних ресурсів. Дослідження адаптаційних механізмів рослин дозволяє вдосконалювати технології вирощування культур, створювати стійкі сорти та підвищувати продуктивність агроєкосистем.

Дослідити особливості адаптації господарсько цінних рослин до умов навколишнього середовища та визначити їх практичне значення для сільського господарства й інших галузей господарської діяльності.

Завдання роботи: розкрити поняття адаптації рослин до умов навколишнього середовища; охарактеризувати основні екологічні чинники, що впливають на рослини; визначити особливості морфологічних, фізіологічних та біохімічних адаптацій рослин; навести приклади адаптацій господарсько цінних культур; проаналізувати практичне значення адаптаційних властивостей рослин для господарської діяльності людини.

Рослини протягом тривалого еволюційного розвитку сформували численні пристосування до різноманітних умов існування. Сукупність таких пристосувань називають адаптаціями. Вони забезпечують виживання рослин, їхній ріст, розвиток та розмноження в умовах впливу різних факторів навколишнього середовища.

До основних екологічних чинників, які впливають на рослини, належать температура, вологість, освітленість, склад ґрунту, вміст поживних речовин, а також біотичні фактори – взаємодія з іншими організмами. Кожен із цих чинників може як сприяти розвитку рослин, так і обмежувати їхню життєдіяльність.

Одним із найважливіших напрямів адаптації є пристосування до нестачі вологи. Рослини посушливих регіонів мають добре розвинену кореневу систему, яка здатна проникати на значну глибину та забезпечувати поглинання води з нижніх шарів ґрунту. Наприклад, соняшник і люцерна формують потужне коріння, що дозволяє їм витримувати тривалі періоди посухи. Крім того, багато рослин мають зменшену площу листової поверхні або восковий наліт на листках, що знижує випаровування вологи [1].

Важливими є також адаптації до температурних умов. Озима пшениця здатна переносити низькі температури завдяки процесу загартування восени. У клітинах накопичуються цукри та інші речовини, які підвищують морозостійкість. Навпаки, теплолюбні культури, такі як кукурудза або соняшник, мають особливості фізіологічних процесів, що забезпечують ефективний фотосинтез за високих температур.

Світло є необхідною умовою для фотосинтезу, тому рослини виробили різні

механізми пристосування до його кількості. Світлолюбні культури, зокрема кукурудза та соняшник, потребують інтенсивного освітлення для формування високих урожаїв. Тіньовитривалі рослини можуть ефективно використовувати навіть незначну кількість світлової енергії завдяки підвищеному вмісту хлорофілу в листках.

Не менш важливими є адаптації до особливостей ґрунтового середовища. Бобові культури, такі як горох, квасоля та соя, вступають у симбіоз із бульбочковими бактеріями. Завдяки цьому вони здатні засвоювати атмосферний азот і збагачувати ним ґрунт. Така особливість має велике значення для підтримання родючості земель та зменшення використання мінеральних добрив.

Захист від шкідників і хвороб також є важливим напрямом адаптації. Багато рослин утворюють спеціальні речовини – фітонциди, алкалоїди, ефірні олії, які пригнічують розвиток патогенних організмів або відлякують шкідників. Наприклад, часник і цибуля містять речовини з вираженими антибактеріальними властивостями.

Практичне значення адаптацій господарсько цінних рослин надзвичайно велике. Знання особливостей пристосування культур дозволяє правильно добирати сорти для конкретних природно-кліматичних умов, підвищувати врожайність та ефективність виробництва. Селекціонери використовують інформацію про адаптаційні механізми для створення нових сортів, стійких до посухи, морозів, хвороб і шкідників. Це особливо актуально в умовах глобальних кліматичних змін, коли традиційні технології вирощування потребують удосконалення [2].

Отже, адаптації господарсько цінних рослин є результатом тривалого еволюційного розвитку та забезпечують їхню життєздатність у різних умовах середовища. Вивчення цих особливостей має важливе теоретичне та практичне значення, сприяє раціональному використанню природних ресурсів, підвищенню продуктивності сільського господарства та забезпеченню продовольчої безпеки населення.

Список використаних джерел.

1. Біологія рослин. за ред. О. В. Тертишного. Київ: Центр учбової літератури, 2018. 424 с.
2. Екологія рослин. В. В. Джуран, І. П. Григорюк. Київ: Видавничий дім «Кондор», 2020. 368 с.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ *SALVIA OFFICINALIS* L. В УМОВАХ ІНТРОДУКЦІЇ НА УМАНЩИНІ

Парубок М.І., канд. біол. н., доцент
Уманський національний університет
m.parubok69@gmail.com

Salvia officinalis L. належить до перспективних лікарських ефіроолійних рослин родини *Lamiaceae*, які широко використовуються у фармакології, харчовій промисловості та декоративному озелененні. Вид характеризується високим вмістом ефірної олії, фенольних сполук, флавоноїдів і дубильних речовин, що зумовлює його антиоксидантні, протизапальні та антимікробні властивості. У зв'язку з розширенням

асортименту лікарських рослин актуальним є дослідження біологічних особливостей росту та розвитку *Salvia officinalis* L. в умовах інтродукції Правобережного Лісостепу України, зокрема на Уманщині [1, 2].

Досліджено особливості росту, розвитку та адаптації *Salvia officinalis* L. в умовах інтродукції й оцінено перспективність використання виду у культурі. Дослідження проводили на колекційній ділянці ботанічного розсадника. Вивчали фенологічні фази розвитку, морфометричні показники рослин, інтенсивність ростових процесів та особливості формування надземної маси.

Встановлено, що рослини *Salvia officinalis* L. [3] характеризуються високою екологічною пластичністю та адаптивністю до ґрунтово-кліматичних умов регіону. Початок весняної вегетації відмічено у першій декаді квітня за середньодобової температури повітря 8–10 °С. Інтенсивний ріст пагонів спостерігався у травні–червні, що збігається з періодом оптимального зволоження ґрунту та підвищення температурного режиму. Фаза бутонізації наставала у другій половині травня, масове цвітіння – у першій половині червня, тривалість якого становила 25–30 діб.

У процесі досліджень встановлено, що висота рослин у фазу масового цвітіння досягала 45–60 см, діаметр куща становив 40–55 см. Рослини формували добре розвинену кореневу систему стрижневого типу, що забезпечувало їх високу посухостійкість. Відмічено інтенсивне галуження пагонів другого порядку, що сприяло формуванню значної листової поверхні. Листки сіро-зелені, опушені, з високим вмістом ефіроолійних залозок, що є важливою господарсько-цінною ознакою.

Встановлено, що *Salvia officinalis* L. добре переносить короточасні посушливі періоди та характеризується стабільним приростом надземної маси протягом вегетації. Найбільший приріст біомаси відмічено у фазу бутонізації – початку цвітіння. У цей період рослини формують максимальну листову поверхню, що сприяє підвищенню продуктивності сировини. Вегетаційний період триває до кінця жовтня, після чого рослини переходять у стан відносного спокою.

Важливим показником успішності інтродукції *Salvia officinalis* L. є її здатність проходити повний цикл сезонного розвитку в нових ґрунтово-кліматичних умовах. У процесі спостережень встановлено, що рослини щорічно відновлювали вегетацію після зимового періоду без істотних пошкоджень. Збереження високої життєздатності після перезимівлі свідчить про достатній рівень морозостійкості виду та його пристосованість до кліматичних умов Правобережного Лісостепу України [4].

Особливу увагу приділяли декоративним якостям рослин. Протягом усього вегетаційного періоду шавлія лікарська зберігала привабливий зовнішній вигляд завдяки компактній формі куща, густому облистненню та сріблясто-зеленому забарвленню листків. У період масового цвітіння рослини відзначалися високою декоративністю завдяки численним синьо-фіолетовим суцвіттям, які приваблювали комах-запилювачів. Це дозволяє рекомендувати вид не лише як лікарську та ефіроолійну культуру, а й для використання в ландшафтному дизайні, створенні міксбордерів, ароматичних садів та декоративних композицій [5].

Проведені спостереження також показали, що продуктивність рослин значною мірою залежить від умов вирощування та агротехнічних заходів. Найкращі показники росту відмічено на добре освітлених ділянках із легкими родючими ґрунтами та помірним зволоженням. У таких умовах рослини формували більшу кількість пагонів, збільшену листову поверхню та характеризувалися інтенсивнішим наростанням вегетативної маси. Водночас надмірне зволоження негативно впливало на розвиток кореневої системи та знижувало інтенсивність ростових процесів.

Аналіз результатів дослідження свідчить, що *Salvia officinalis* L. має значний потенціал для розширення асортименту лікарських рослин регіону. Цінність виду обумовлена поєднанням високої біологічної стійкості, невибагливості до умов вирощування та широкого спектра господарського використання. Лікарська сировина шавлії містить комплекс біологічно активних речовин, які використовуються у фармацевтичній промисловості для виготовлення препаратів антисептичної, протизапальної та загальнозміцнювальної дії.

Таким чином, результати інтродукційних досліджень підтверджують доцільність подальшого культивування *Salvia officinalis* L. в умовах Уманщини. Високі показники адаптації, стабільний розвиток рослин та їх господарська цінність створюють передумови для ширшого впровадження виду у виробничі насадження, ботанічні колекції та декоративне озеленення населених пунктів.

Отримані результати свідчать, що *Salvia officinalis* L. характеризується стабільним проходженням фенологічних фаз розвитку, високою адаптивністю та декоративністю. Рослини зберігають життєздатність протягом кількох років культивування, формують добре розгалужені кущі та достатню надземну масу. Встановлені біоморфологічні особливості дозволяють рекомендувати вид для вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України як лікарську, ефіроолійну та декоративну культуру.

Таким чином, *Salvia officinalis* L. в умовах інтродукції характеризується високою екологічною пластичністю, стабільними ростовими процесами та значним адаптаційним потенціалом. Вид є перспективним для створення колекцій лікарських рослин, озеленення та подальших інтродукційних досліджень.

Список використаних джерел

1. Гродзінський А.М. Лікарські рослини України. Київ: Урожай, 1992.
2. Работнов Т.А. Фітоценологія. Москва: МГУ, 1998.
3. Котов М.І. Визначник рослин України. Київ: Наукова думка, 2001.
4. Доброчаєва Д.М. Флора України. Київ: Наукова думка, 1999.
5. Жуковський П.М. Культурні рослини світу. Київ: Вища школа, 2003



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



МІКРОБІОТА ЧИНИ ПОСІВНОЇ ЗА ВИКОРИСТАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ

Притуляк Р. М., к. с.-г. н., Карпенко В. В., доктор філософії

Уманський національний університет

radak7484402@ukr.net

Мікроорганізми відіграють надзвичайно велике значення у відновленні родючості ґрунту, збереженні гомеостазу та підтриманні екологічної рівноваги ґрунтової екосистеми. Разом з тим за зростання обсягів використання у сільськогосподарському виробництві хімічних речовин, мікробні угруповання зазнають все більшого негативного впливу. Тому вивчення структури і складу мікробних угруповань є фундаментальним завданням у з'ясуванні проблем спрямованості проходження біологічних процесів у

грунті з метою біологізації технологій вирощування сільськогосподарських культур [1–3].

Метою досліджень було з'ясування впливу біопрепарату Біонеостим (1,0 л/т) і регулятора росту рослин Вермистим Д (обробка насіння перед сівбою – 7,0 л/т л/т, обприскування посівів – 8,0 л/т л/га) на чисельність окремих груп мікроорганізмів у ризосфері чини посівної (амоніфікувальні, нітрифікувальні і целюлозолітичні).

Полеві дослідження закладали систематичним методом в сівозміні кафедри біології дослідного поля Уманського національного університету у 2025 році. Дію біопрепарату Біонеостим і регулятора росту рослин Вермистим Д вивчали в посівах чини посівної сорту Іволга. Схема дослідження включала варіанти у трьохразовій повторності з обробкою насіння перед сівбою біопрепаратом Біонеостим у нормі 1,0 л/т окремо й сумісно з регулятором росту рослин Вермистим Д нормі (7,0 л/т – обробка насіння та 8 л/га – обробка вегетуючих рослин). Насіння чини посівної за добу до сівби обробляли біопрепаратом, регулятором росту рослин та їх сумішами. На фоні обробки насіння чини посівної Біонеостимом і Вермистимом Д посіви у фазу стеблуння обприскували обприскувачем DS-3WF-3 регулятором росту рослин Вермистим Д у нормі 8,0 л/га із розрахунку витрати робочої суміші 200 л/га.

Чисельність мікробіоти у ризосфері чини посівної обліковували у фазу цвітіння–утворення бобів. Проби ґрунту відбирали у відповідності до загальноприйнятих методик [4]. Кількісний облік амоніфікувальних, нітрифікувальних та целюлозолітичних мікроорганізмів виконували на елективних середовищах, прописаних у відповідних методиках [4, 5]. Чисельність мікроорганізмів виражали в колонієутворюючих одиницях – тис. в 1 г абсолютно сухого ґрунту.

Результати досліджень з вивчення дії біопрепарату Біонеостим, внесеного за різних способів застосування Вермистиму Д, на чисельність основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів у ризосфері чини посівної, засвідчили залежність їх розвитку від комбінації препаратів та фізіологічних особливостей окремих груп бактерій. Так, у фазі цвітіння–утворення бобів у варіантах, де використовували для передпосівної обробки насіння чини біопрепарат Біонеостим у нормі 1,0 л/т кількість амоніфікувальних бактерій перевищувала контроль на 13%. Вищою кількістю даних бактерій також була у варіантах із сумісним використанням для передпосівної обробки насіння Біонеостиму (1,0 л/т) з Вермистимом Д у нормі 7,0 л/т, перевищення до контролю складало 17%.

Використання регулятора росту рослин Вермистим Д у нормі 8,0 л/га на фоні дії Біонеостиму (1,0 л/т) зумовлювало зростання чисельності амоніфікувальних бактерій у відношенні до варіанту із передпосівною обробкою насіння сумішшю біопрепаратів на 15 тис. клітин/г ґрунту, до контролю – 36 тис. клітин/г ґрунту. Найбільшу кількість досліджуваних бактерій виявлено в разі поєднаного застосування передпосівної обробки насіння сумішшю Біонеостиму і Вермистиму Д з наступним обприскуванням вегетуючих рослин Вермистимом Д де чисельність амоніфікувальних мікроорганізмів перевищила показники контролю на 41 тис. клітин/г ґрунту.

Подібною була дія досліджуваних препаратів на ріст і розвиток у ризосфері чини посівної нітрифікувальних бактерій, за сумісного використання препаратів для передпосівної обробки насіння відмічено активізацію росту цих бактерій до 15%.

Найвищий показник росту даних бактерій відмічено за передпосівної обробки насіння сумішшю препаратів Біонеостим у нормі 1,0 л/т і Вермистим Д у нормі 7,0 л/т з наступним обприскуванням посівів Вермистимом Д у нормі 8,0 л/га – 26% відповідно до контролю.

Стосовно розвитку целюлозолітичних бактерій, слід зазначити, що за

передпосівної обробки насіння чини Біонеостимом (1,0 л/т) їх чисельність перевищувала контроль на 17 тис. клітин/г ґрунту, а за використання суміші Біонеостиму з Вермистим Д (7,0 л/т) – на 32 тис. клітин/г ґрунту, але найвищу чисельність даних бактерій було відмічено за передпосівної обробки насіння сумішшю препаратів Біонеостим у нормі 1,0 л/т і Вермистим Д у нормі 7,0 л/т з наступним обприскуванням посівів Вермистимом Д у нормі 8,0 л/га – перевищення контролю склало 64 тис. клітин/г ґрунту.

Таким чином, досліджувані препарати демонструють позитивний вплив на ріст і розвиток у ризосфері чини посівної амоніфікувальних, нітрифікувальних та целюлозолітичних мікроорганізмів. Найбільший стимулювальний ефект від дії препаратів на розвиток ризосферної мікробіоти відмічено за сумісного використання для обробки насіння перед сівбою Біонеостиму (1,0 л/т) і Вермистиму Д (7,0 л/т) з наступним обприскуванням вегетуючих рослин Вермистимом Д (8,0 л/га). Дана композиція забезпечила зростання в ризосфері чини посівної амоніфікувальних бактерій на 33%, нітрифікувальних – 26%, целюлозолітичних – 40%.

Список використаних джерел

1. Карпенко В. П., Притуляк Р. М. Формування ризобіального апарату чини посівної за дії біологічних препаратів. Тези доповідей XVI з'їзду Товариства мікробіологів України ім. С.М. Виноградського, 2–6 червня 2025 р. Київ, 2025. С. 36.
2. Патики В. П., Макаренко Н. А., Моклячук Л. І. [та ін.]. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів: монографія; за ред. В. П. Патики. К.: Основа, 2005. 300 с.
3. Kumar A., Nayak A. K., Shukla A. K., Panda B. B., Raja R., Shahid M., Tripathi R., Mohanty S., Rath P. C. Microbial biomass and carbon mineralization in agricultural soils as affected by pesticide addition. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 2012. № 88 (4). P. 538–542.
4. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Токмакова Л. М. [та ін.]. Експериментальна ґрунтова мікробіологія. За редакцією В. В. Волкогона. К : Аграрна наука. 2010. 464 с.
5. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ: Нічлава. 2003. 320 с.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



ВПЛИВ АГРОТЕХНІЧНИХ ПРИЙОМІВ НА ФОРМУВАННЯ ФІТОСАНІТАРНОГО СТАНУ ПОСІВІВ ПШЕНИЦІ ДВОРУЧКИ

Розборська Л.В., к.с-г.н., доцент

Уманський національний університет

lor1970a@gmail.com

Сучасний розвиток аграрного виробництва України відбувається в умовах зміни клімату, дефіциту матеріально-технічних ресурсів та негативного впливу воєнного стану на функціонування агропромислового комплексу. За таких умов особливої актуальності набуває впровадження адаптивних технологій вирощування зернових культур, здатних забезпечувати стабільне виробництво високоякісного зерна [1].

Однією з перспективних культур є пшениця дворучка, яка характеризується високою екологічною пластичністю та здатністю формувати врожай за різних строків сівби. Завдяки поєднанню властивостей озимих і ярих форм вона може ефективно використовуватися як елемент адаптації технологій вирощування до несприятливих погодних умов та виробничих ризиків [2].

Водночас реалізація продуктивного потенціалу культури значною мірою залежить від фітосанітарного стану посівів. Одним із найважливіших чинників зниження врожайності залишається забур'яненість агроценозів. Бур'яни конкурують із культурними рослинами за світло, вологу та елементи живлення, що призводить до суттєвого недобору врожаю [3, 4, 5].

Метою досліджень було оцінити вплив гербіцидів Ланцелот 450 WG та Старане Преміум 330 ЕС на формування фітосанітарного стану посівів пшениці дворучки в умовах НВВ Уманського НУ.

Дослідження проводили в умовах НВВ Уманського НУ. Об'єктом досліджень були посіви пшениці дворучки. У досліді вивчали ефективність післясходового застосування гербіцидів Ланцелот 450 WG та Старане Преміум 330 ЕС. Обліки забур'яненості проводили за загальноприйнятими методиками до внесення препаратів та через 30 діб після обробки. Визначали технічну ефективність гербіцидів та врожайність культури.

Під час проведення обліків встановлено (табл. 1), що в посівах пшениці дворучки переважали однорічні дводольні бур'яни. Домінуючими видами були лобода біла (*Chenopodium album* L.), підмаренник чіпкий (*Galium aparine* L.), ромашка непахуча (*Tripleurospermum inodorum* L.), гірчак березкоподібний (*Polygonum convolvulus* L.) та падалиця соняшнику. Загальна чисельність бур'янів перед внесенням гербіцидів становила близько 36 шт./м².

Отримані результати свідчать про значне поширення дводольних видів бур'янів, які характеризуються високою конкурентною здатністю та потребують ефективного контролю в ранні фази розвитку культури. Застосування гербіцидів сприяло істотному покращенню фітосанітарного стану посівів та зниженню рівня забур'яненості.

Таблиця 1

Видовий склад бур'янів у посівах пшениці дворучки

Вид бур'яну	Чисельність, шт./м ²	Частка, %
Лобода біла	8,0	22,2
Підмаренник чіпкий	6,5	18,1
Ромашка непахуча	5,4	15,0
Гірчак березкоподібний	4,3	11,9
Падалиця соняшнику	3,6	10,0
Метлюг звичайний	3,0	8,3
Мишій сизий	2,4	6,7
Інші види	2,8	7,8
Разом	36,0	100,0

Отримані результати свідчать про значне поширення дводольних видів бур'янів, які характеризуються високою конкурентною здатністю та потребують ефективного контролю в ранні фази розвитку культури. Застосування гербіцидів сприяло істотному

покращенню фітосанітарного стану посівів та зниженню рівня забур'яненості.

Найвищу ефективність забезпечив гербіцид Ланцелот 450 WG. Після його застосування чисельність бур'янів зменшилася до 2,8 шт./м², а технічна ефективність становила 92,4 %. Гербіцид Старане Преміум 330 ЕС також характеризувався високими показниками контролю бур'янів, забезпечивши технічну ефективність на рівні 88,7 %.

Покращення фітосанітарного стану посівів позитивно вплинуло на формування врожайності культури. Максимальну врожайність отримано у варіанті із застосуванням Ланцелоту 450 WG – 6,04 т/га, що на 18,4 % перевищувало контрольний варіант. За використання Старане Преміум 330 ЕС урожайність становила 5,82 т/га, що також суттєво перевищувало контроль.

В умовах воєнного стану ефективне використання гербіцидів набуває особливого значення, оскільки дозволяє мінімізувати втрати врожаю та підвищити економічну ефективність виробництва зерна за обмежених ресурсів.

Отже, у посівах пшениці дворучки НВВ Уманського НУ переважали однорічні дводольні бур'яни, серед яких домінували лобода біла, підмаренник чіпкий та ромашка непахуча. Застосування гербіциду Старане Преміум 330 ЕС забезпечило технічну ефективність 88,7 %, тоді як Ланцелот 450 WG – 92,4 %. Найвищу врожайність отримано за використання Ланцелоту 450 WG – 6,04 т/га. Раціональне використання гербіцидів сприяє покращенню фітосанітарного стану посівів та підвищенню ефективності вирощування пшениці дворучки в сучасних умовах господарювання.

Список використаних джерел

1. Трибель С. О., Гетьман М. В., Стригун О. О. Стратегія інтегрованого захисту рослин. Київ : Колообіг, 2022. 364 с.
2. Лифенко С. П. Пшениця дворучка та перспективи її використання в сучасному землеробстві. Селекція і насінництво. 2020. Вип. 117. С. 88–96.
3. Іващенко О. О. Бур'яни в агрофітоценозах. Київ : Світ, 2019. 236 с.
4. Мостов'як І. І., Дем'янюк О. С. Видовий склад бур'янів у посівах зернових культур Правобережного Лісостепу України. Збірник наукових праць Уманського НУС. 2023. Вип. 103. С. 97–104.
5. Дерев'янський В. П., Бойко П. І. Сучасні системи захисту зернових культур. Вісник аграрної науки. 2022. № 8. С. 35–41.

ЗАКОНОМІРНОСТІ ФОРМУВАННЯ НАДРАННЬОГО УРОЖАЮ ОГІРКА У ВІДКРИТОМУ ҐРУНТІ ПІД ВПЛИВОМ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИХ ТА ПРИРОДНИХ ФАКТОРІВ У ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Тернавський А.Г., к. с-г.н., Валюх Л.С., магістрант

Уманський національний університет

ternawskyi@gmail.com

Огірок є однією з провідних овочевих культур, яку широко вирощують як у відкритому, так і в захищеному ґрунті. Особливого значення нині набуває виробництво надранньої продукції, оскільки це дозволяє підвищити прибутковість господарств, скоротити сезонний дефіцит свіжих овочів і забезпечити споживачів якісною продукцією. Ранні плоди огірка користуються підвищеним попитом та реалізуються за вищою ціною через обмежену пропозицію на ринку.

Формування надраннього врожаю визначається поєднанням біологічних особливостей культури та комплексу агротехнічних заходів. Важливе значення має застосування шпалерної технології вирощування. Порівняно з традиційним способом вона сприяє кращому освітленню й вентиляції рослин, покращує їх ріст і розвиток, створює сприятливіші умови для фітосанітарного стану посівів та забезпечує більш раннє надходження товарної продукції до споживачів.

Для вирощування огірка доцільно використовувати добре окультурені ділянки південної експозиції, які швидше прогріваються навесні. Не менш важливою є наявність захисту від переважаючих вітрів, що дає можливість зменшити негативний вплив несприятливих погодних чинників на рослини та їх кореневу систему.

Суттєвий вплив на одержання ранньої продукції має правильний вибір гібридів. Найкращі результати демонструють ультраранні партенокарпічні форми, які не залежать від активності комах-запилювачів і здатні інтенсивно формувати врожай на початкових етапах плодоношення.

Для прискорення надходження продукції рекомендується використовувати розсадний спосіб вирощування. Він забезпечує отримання перших плодів на 2–3 тижні раніше, ніж за прямого висіву насіння. Розсаду доцільно вирощувати в пластикових касетах із чарунками 8×8 см. Оптимальним вважається вік рослин 18–20 діб за наявності одного-двох справжніх листків.

Одним із ключових елементів технології є збалансоване живлення рослин. Для умов Лісостепу ефективною є органо-мінеральна система удобрення із внесенням 60–70 т/га свіжого гною великої рогатої худоби. Розкладання органічної речовини сприяє підвищенню температури ґрунту та збільшенню вмісту вуглекислого газу в приземному шарі повітря, що позитивно впливає на ріст і продуктивність культури. За планової врожайності 60–70 т/га орієнтовна норма мінеральних добрив має становити $N_{150}P_{130}K_{200}$ кг д.р./га. Додатково рекомендується внесення 40–50 кг/га MgO.

Упродовж вегетаційного періоду доцільно проводити фертигацію водорозчинними добривами. На початкових етапах розвитку перевагу надають азотному живленню, а під час плодоношення — калійним і кальцієвим добривам. Важливу роль також відіграє забезпечення рослин мікроелементами, зокрема бором, магнієм, залізом і цинком.

Для одержання надранньої продукції ефективним заходом є використання тимчасових тунельних укриттів у ранньовесняний період. Вони створюють сприятливий мікроклімат завдяки підвищенню температури повітря та ґрунту, підтриманню оптимальної вологості й захисту рослин від різких температурних коливань. Найкращий результат забезпечує застосування прозорої поліетиленової плівки у два шари.

Додатковим джерелом тепла можуть бути теплі гряди, сформовані з використанням свіжого гною. Для їх облаштування спочатку укладають шар органічної підстилки завтовшки 10–15 см, після чого розміщують 15–20 см свіжого гною, а зверху насипають 25–30 см родючого ґрунту, де буде розміщуватися коренева система огірка.

Підвищити температуру ґрунту та стабілізувати умови в зоні кореневої системи дозволяє мульчування чорною поліетиленовою плівкою. Крім того, такий прийом ефективно пригнічує розвиток бур'янів. Ширина мульчувальної смуги зазвичай становить 70–80 см.

Високий рівень ранньої врожайності неможливий без належного водозабезпечення. Найбільш ефективним способом підтримання оптимальної вологості ґрунту є краплинне зрошення, яке одночасно дозволяє здійснювати підживлення рослин.

Під час догляду за насадженнями необхідно регулярно провітрювати тунельні укриття, своєчасно формувати рослини відповідно до особливостей гібрида, видаляти старі та пошкоджені листки, використовувати біостимулятори росту й біологічні засоби захисту, а також контролювати правильне розміщення пагонів на шпалері.

Отже, отримання надраннього врожаю огірка у відкритому ґрунті Лісостепу України можливе за умови комплексного застосування сучасних технологічних прийомів. Вирішальне значення мають правильний вибір ділянки та гібридів, використання розсадного способу вирощування, збалансоване орґано-мінеральне удобрення, облаштування теплих гряд, застосування тимчасових тунельних укриттів, мульчування, краплинне зрошення та належний догляд за рослинами протягом усього періоду вегетації.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



СТРУКТУРА ТА БІОІНДИКАЦІЙНЕ ЗНАЧЕННЯ ҐРУНТОВОЇ МЕЗОФАУНИ УРБООДАФОТОПІВ ЦЕНТРАЛЬНОЇ УКРАЇНИ

Шевченко Н.О., к. е. н., Вовк М.А., аспірант

Уманський національний університет

shevchenkonata24@gmail.com

Інтенсивний розвиток урбанізованих територій Центральної України супроводжується глибокою трансформацією природних ландшафтів та формуванням специфічних штучних утворень – урбоедафотопів (міських ґрунтів). Цим комплексам притаманна низка деструктивних ознак: хронічне поліметалічне та хімічне забруднення, порушення гідротермічного режиму, запечатування (асфальтування) та суттєве механічне ущільнення профілю [1]. За умов прогресуючого антропогенного тиску

традиційні фізико-хімічні методи моніторингу не завжди спроможні відобразити інтегральний відгук живої речовини на екологічну деградацію середовища [2].

У цьому контексті особливої актуальності набуває метод біоіндикації. Серед різноманіття ґрунтової біоти найліпшим маркерним потенціалом володіє мезофауна – збірна екологічна група дрібних безхребетних тварин (розміром від 0,2 до 2–4 мм), що населяють капіляри, пори та підстилковий шар ґрунту. Будучи безпосередньо пов'язаними із ґрунтовим розчином та газовим режимом едафотопу, ці організми (передусім кліщі та колемболи) оперативно реагують на зміну екологічних умов [3]. Метою нашого дослідження було встановлення структурно-функціональних особливостей угруповань ґрунтової мезофауни в урбоедафотопіх Центральної України з різним ступенем та характером антропогенного навантаження.

Експериментальний масив даних було сформовано протягом вегетаційного періоду на базі постійних моніторингових ділянок у межах модельних урбосистем Центральної України (Черкаси, Умань, Кропивницький). Для забезпечення репрезентативності компаративного аналізу збір матеріалу диференціювали за трьома ключовими функціональними зонами міст:

1. рекреаційні зони (парки, сквери, лісопаркові масиви з мінімальним тиском);
2. селитебні ландшафти (житлові квартали, зони багатоповерхової забудови);
3. промислово-транспортні зони (території поблизу інтенсивних автомагістралей).

Відбір ґрунтових монолітів здійснювали за загальноприйнятими методами шарового розкопування за допомогою сталевих циліндрів фіксованого об'єму на глибину до 10 см. Екстракцію ґрунтової мезофауни проводили в лабораторних умовах за допомогою термоекстракторів типу воронок Берлезе–Туллгрена протягом 48 годин за постійного температурного градієнту. Отриманий біологічний матеріал фіксували в 70%-му розчині етанолу. Ідентифікацію таксономічного складу безхребетних (до рівня великих таксонів, підродин та родів) здійснювали з використанням сучасних бінокулярних мікроскопів та відповідних визначників. Паралельно у відібраних зразках визначали базові едафічні параметри: актуальну кислотність, щільність маси ґрунту та вміст органічної речовини.

Аналіз отриманих експериментальних даних засвідчив глибоку перебудову таксономічної та чисельної структури мезофауни під впливом урбанізованого пресу. Загалом у досліджених урбоедафотопіх домінантними групами за чисельністю та частотою трапляння виявилися панцирні кліщі (*Oribatida*) та ногохвістки (*Collembola*), які сумарно становили від 65% до 88% від загальної щільності угруповань. Проте кількісне співвідношення та видове багатство цих таксонів чітко корелювали із рівнем функціонального навантаження території.

У ґрунтах рекреаційних зон зафіксовано найвищі показники біотичної активності та щільності мезофауни. Структура угруповань тут відзначалася високим індексом біорізноманіття Шеннона та рівномірністю розподілу таксонів. Серед *Oribatida* переважали представники родин *Oppiidae* та *Brachychthoniidae*, які є типовими для лісових та пухких лісостепових едафотопів. Високе видове різноманіття мезофауни забезпечує стабільний перебіг процесів первинної деструкції рослинного опаду та підтримання ферментативного потенціалу міських ґрунтів.

У селитебних зонах спостерігалось помірне збіднення якісного складу безхребетних. Загальна чисельність знижувалася в середньому на 35–40% порівняно з парковими зонами. Відбувалася екологічна перебудова: частка чутливих до висушування панцирних кліщів зменшувалася, натомість зростала питома вага екологічно пластичних видів колембол (зокрема родин *Isotomidae* та *Entomobryidae*), здатних переносити періодичний дефіцит вологи та ущільнення верхнього горизонту ґрунту через антропогенне витоптування.

Найбільш критична деградація біотичного комплексу виявлена у промислово-транспортних зонах модельних міст. Щільність мезофауни тут падала до мінімальних значень, що свідчить про глибоку депресію біоти. У цих едафотопях зафіксовано майже повне випадіння зі структури великих безхребетних та чутливих груп мікроартропод. Домінантний комплекс звужувався до 1–2 видів-толерантів (переважно дрібних хижих гамазових кліщів роду *Gamasina* та окремих ксерофільних форм колембол). Така сукцесійна перебудова зумовлена кумулятивним ефектом: високим рівнем акумуляції рухомих форм важких металів, значним підлужненням або різким закисленням ґрунтового розчину, а також критичним дефіцитом лабільного гумусу. Коефіцієнт співвідношення *Oribatida/Collembola* у промислових зонах знижувався в 4–6 разів порівняно з рекреаційними, що є надійним індикатором переходу системи у кризовий стан.

Таким чином, ґрунтова мезофауна урбоедафотопів Центральної України є високочутливим інструментом екологічної діагностики міського середовища. Встановлено чітку негативну кореляцію між інтенсивністю антропогенного пресингу та структурними показниками біотичного комплексу. Отримані результати демонструють, що індекс різноманіття, щільність популяцій та коефіцієнт співвідношення основних таксонів мікроартропод можуть бути успішно інтегровані в систему комплексного екологічного моніторингу міст Центральної України з метою обґрунтування диференційованих заходів із рекультивації та розширення екологічного каркасу зеленої інфраструктури.

Список використаних джерел

1. Євтушенко М. Д., Мельниченко О. В., Коваленко С. І. Екологічний моніторинг та біоіндикація урбанізованих екосистем Лісостепу України. *Український екологічний журнал*. 2021. Т. 11, № 2. С. 143–151.
2. Крижанівський В. П. Структурно-функціональна організація комплексів ґрунтових безхребетних (мезофауни) в умовах урботехногенезу Центрального Придніпров'я. *Екологія та ноосферологія*. 2019. Т. 30, № 1. С. 34–41.
3. Paoletti M. G. Invertebrate biodiversity as bioindicators of sustainable landscapes: practical use of invertebrates to assess agricultural and urban soil quality. *Elsevier Science*. 2015. 460 p.

БІОІНДИКАЦІЯ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА АГРОЕКОСИСТЕМИ ЗА ПОКАЗНИКАМИ БІОЛОГІЧНОЇ АКТИВНОСТІ ҐРУНТІВ

Шевченко Н.О., к. е. н., Кучеренко В.А., аспірант

Уманський національний університет

shevchenkonata24@gmail.com

Інтенсифікація аграрного виробництва в Центральній Україні, що супроводжується масованим застосуванням мінеральних добрив, хімічних засобів захисту рослин та важкої сільськогосподарської техніки, створює суттєве техногенне навантаження на тривалість функціонування та стабільність агроecosистем. Хронічний антропогенний пресинг інтенсивно деструктує природну архітектуру ґрунтового покриву, прискорює процеси дегуміфікації та спричиняє переущільнення орного горизонту [1]. Традиційний хімічний аналіз фіксує лише валовий або рухомий вміст окремих полютантів, проте не здатний відобразити інтегральний ефект їхнього синергетичного впливу на життєздатність едафотопу [2].

У цьому контексті біологічна активність ґрунту, яка інтегрує в собі функціональний стан мікробіоценозу та швидкість біохімічних перетворень, виступає як експресний та високочутливий діагностичний критерій екологічного моніторингу. Оцінка ферментативного пулу та інтенсивності «дихання» ґрунту дозволяє детектувати початкові стадії деградації агроecosистем задовго до прояву видимих ознак зниження родючості [3]. Метою роботи було проведення комплексної біодіагностики та ранжування рівнів техногенного навантаження на агроландшафти за параметрами біологічної активності ґрунтів.

Експериментальні дослідження проводили протягом 2024–2025 рр. на базі моніторингових полігонів сільськогосподарських угідь із різною інтенсивністю землекористування в межах Лісостепової зони. Для порівняльного аналізу було закладено три типи модельних ділянок:

1. екстенсивні агроecosистеми (мінімальний обробіток, органічне землеробство);
2. інтенсивні агроecosистеми (класична глибока оранка, щорічне внесення високих доз пестицидів та NPK);
3. умовно-еталонні біогеоценози (перелоги або цілинні ділянки, що не зазнавали обробітку понад 15 років).

Відбір зразків ґрунту (чорноземи типові та реградовані) здійснювали методом конверта з орного шару (0–20 см) у ключові фази розвитку культурних рослин. Лабораторний комплекс досліджень включав визначення таких показників:

- базальне дихання ґрунту (інтенсивність емісії CO₂) – за кількістю вуглекислого газу, що поглинається розчином гідроксиду натрію за фіксований час;
- активність гідролітичних та окисно-відновних ферментів (інвертази, каталази, дегідрогенази) – за загальноприйнятими спектрофотометричними та титриметричними методиками;

- загальна чисельність основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів – шляхом висіву ґрунтової суспензії на диференційно-діагностичні щільні поживні середовища.

Проведені випробування виявили чітку залежність між вектором техногенного тиску та біохімічним потенціалом досліджуваних едафотопів. Встановлено, що інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур суттєво пригнічують ферментативний апарат ґрунту, змінюючи метаболічну спрямованість мікробоценозів.

Показники базального дихання ґрунту, які маркують загальну метаболічну активність гетеротрофної біоти, в еталонних ділянках та екстенсивних агроєкосистемах демонстрували стабільно високі значення протягом усього вегетаційного періоду. Натомість в умовах тривалого інтенсивного хімічного навантаження спостерігалось падіння емісії CO₂ на 42–55%, що вказує на перехід мікроорганізмів у стан анабіозу або суттєве скорочення їхньої біомаси під дією залишкових кількостей ксенобіотиків (зокрема фунгіцидів та гербіцидів триазинового ряду).

Особливо репрезентативним біоіндикатором техногенезу виявилася активність дегідрогенази – внутрішньоклітинного ферменту, що відображає інтенсивність окисно-відновних процесів дихального ланцюга. В орному шарі інтенсивно експлуатованих полів зафіксовано супресію дегідрогеназної активності у 3,5 рази порівняно з цілиніми ділянками. Оскільки цей фермент синтезується лише живими клітинами, його низький пул є прямим свідченням токсикозу ґрунтового середовища. Водночас активність каталази, яка руйнує токсичний для клітин пероксид водню, в інтенсивних агроєкосистемах мала стрибкоподібний характер: у період після внесення пестицидів спостерігався її короткочасний спалах (як захисна реакція на стрес), який згодом змінювався глибокою депресією.

Аналіз мікробіологічного блоку показав трансформацію структури мікробоценозу. В інтенсивних агроєкосистемах відбувалося критичне зниження чисельності агрономічно корисних бактерій (зокрема азотфіксаторів роду *Azotobacter* та фосфатмобілізуючих форм), на тлі чого зростала питома вага мікроскопічних грибів (роди *Penicillium* та *Aspergillus*). Цей зсув свідчить про біологічне підкислення середовища та накопичення фітотоксичного потенціалу в ґрунті, що безпосередньо загрожує імунному статусу культурних рослин.

Біологічна активність ґрунтів є надійним інтегральним індикатором, який відображає реальний екологічний стан агроєкосистем в умовах техногенезу. Моніторинг базального дихання та ферментативного пулу (насамперед дегідрогенази) дозволяє здійснювати ранню діагностику антропогенної деградації чорноземів ще до настання незворотних втрат гумусового фонду. Запропонована система біоіндикації може бути використана агропідприємствами для коригування доз агрохімікатів, переходу до сидерації та впровадження ґрунтозахисних біотехнологій з метою збереження біодинамічного потенціалу українських ґрунтів.

Список використаних джерел

1. Волкодав М. В., Демиденко О. О. Ферментативна активність як маркер екологічного стану чорноземів за різних систем землекористування. *Вісник аграрної науки*. 2022. № 4 (829). С. 18–25.

2. Пати́ка М. В., Ти́това Л. В. Мікробіологічні та біохімічні аспекти сталого функціонування агроєкосистем в умовах техногенного пресингу. *Агроекологічний журнал*. 2020. № 2. С. 45–53.

3. Burns R. G., DeForest J. L., Marx J. Soil enzymes: In a changing environment. *Biology and Fertility of Soils*. 2013. Vol. 49, No. 5. P. 519–533.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ДЕСТРУКТИВНОГО ВПЛИВУ ВІДКРИТИХ НАКОПИЧУВАЧІВ ВІДХОДІВ ТВАРИННИЦТВА НА ПРИЛЕГЛІ БІОГЕОЦЕНОЗИ

Шевченко Н.О., к. е. н., Понікарчик С.В., аспірант
Уманський національний університет

shevchenkonata24@gmail.com

Сучасний вектор розвитку агропромислового комплексу України спрямований на концентрацію виробництва, що зумовлює створення великих тваринницьких та птахівничих комплексів [1]. Разом із безперечними економічними перевагами, така стратегія генерує значні екологічні ризики, пов'язані з утворенням колосальних обсягів рідких та напіврідких органічних відходів екскрементного походження. Традиційним, проте морально застарілим методом їх акумуляції залишається витримування у відкритих земляних накопичувачах – лагунах та гнойосховищах [2].

Експлуатація подібних об'єктів без сучасних засобів інженерного захисту (протифільтраційних екранів, закритих перекриттів) призводить до формування стійких локальних зон екологічної кризи. Масштабна інфільтрація висококонцентрованих стоків, емісія летких сполук та латеральний змив під час злив руйнують природну структуру суміжних екосистем. У зв'язку з цим, комплексна екологічна оцінка радіусу та глибини деструктивного впливу відкритих накопичувачів на флору, фауну та едафотоп прилеглих біогеоценозів є критично важливою для розробки стратегій екологічної безпеки [3]. Метою нашого дослідження було встановлення просторових закономірностей трансформації компонентів довкілля під впливом хронічного пресингу тваринницьких стоків.

Комплексний екологічний моніторинг проводили протягом 2025–2026 рр. у зонах впливу великих свинокомплексів та ферм великої рогатої худоби в Центральному регіоні України. Об'єктами дослідження слугували прилеглі до відкритих лагун природні та напівприродні біогеоценози (лучно-степові ділянки, лісосмуги, прибережно-захисні смуги малих річок).

Для фіксації градієнту антропогенного тиску було закладено радіальні моніторингові трансекти за векторами панівних вітрів та у напрямку природного ухилу рельєфу. Відбір проб здійснювали на фіксованих відстанях: 50, 100, 300 та 500 метрів від зовнішньої межі обвалування накопичувачів. Оцінку стану екосистем проводили за

трьома блоками параметрів:

- гідрохімічний та едафічний аналіз: у зразках ґрунту (на глибинах 0–20 та 20–50 см) та підземних вод визначали концентрацію сполук азотної групи, рухомого фосфору, електропровідність та показник рН;

- геоботанічні дослідження: аналізували видовий склад фітоценозів, проективне покриття, флуктуючу асиметрію листя маркерних видів та частку рудеральної (сміттевої) рослинності;

- токсикологічний контроль: оцінювали фітотоксичність ґрунтового розчину за допомогою ростових тест-функцій (*Lepidium sativum* L.).

Експериментально доведено, що відкриті накопичувачі відходів тваринництва виступають потужними епіцентрами хімічного та біологічного забруднення, що спричиняють глибоку дигресію біогеоценозів у радіусі до 300–500 метрів.

Аналіз едафічного профілю на відстані 50 м від лагун зафіксував катастрофічне зафосфачування та азотне перевантаження ґрунтів. Вміст амонійного азоту перевищував фонові значення в 12–18 разів, досягаючи рівня 140–190 мг/кг. Одночасно виявлено стрімке підлужнення ґрунтового розчину до значень рН 8,2–8,5, що зумовлено високими концентраціями вільного аміаку. Висока електропровідність свідчить про вторинне засолення едафотопу, що блокує нормальне кореневе живлення більшості дикорослих видів. У підземних водах першого від поверхні горизонту на відстані до 100 м концентрація нітратів становила 120–210 мг/дм³, що суттєво перевищує екологічні нормативи безпеки.

Така радикальна трансформація фізико-хімічних констант середовища призвела до суцесійної деструкції рослинного покриву. У зоні найближчого впливу (50–100 м) зафіксовано майже повне випадіння автохтонних лісостепових видів трав'янистих рослин. Завдяки надмірному евтрофуванню субстрату відбулося занесення та тотальне домінування нітрофільних рудералів – кропиви дводомної (*Urtica dioica*), лободи білої (*Chenopodium album*) та нетреби колючої (*Xanthium spinosum*), які сформували спрощені монодомінантні угруповання. Індекс видового різноманіття у цій зоні знизився в 3,8 рази.

Експрес-тести на фітотоксичність підтвердили пригнічення біотичного потенціалу. Енергія проростання насіння та довжина корінців *Lepidium sativum* L. на субстратах, відібраних за 50 м від лагуни, становили лише 15–22% від контролю, що вказує на наявність гострого токсикозу едафотопу, зумовленого леткими жирними кислотами, сульфідами та надлишком амонію. На відстані 300 м токсичний ефект знижувався до помірного (гальмування росту на 25–30%), а стабілізація екологічних показників фітоценозу до умовно-фонових рівнів відзначалася лише на межі 500 метрів від об'єкта.

Відкриті накопичувачі відходів тваринництва є джерелами локального екологічного лиха для прилеглих біогеоценозів. Їхня тривала експлуатація призводить до хімічного переформатування ґрунтів і водоносних горизонтів, експресного збіднення фіторізноманіття та заміщення природної флори агресивними нітрофільними рудеральними видами. Отримані дані підтверджують гостру необхідність повної заборони будівництва земляних лагун без захисних геомембран та вказують на безальтернативність переходу сучасних агрокомплексів до закритих біотехнологічних методів утилізації (анаеробне зброджування, біогазові реактори), які забезпечують повну ізоляцію шкідливих стоків від навколишнього природного середовища.

Список використаних джерел

1. Цвілий П. О., Шкарупа В. М. Екологічні наслідки забруднення підземних вод та

ґрунтів стоками тваринницьких комплексів. *Довкілля та здоров'я*. 2021. № 3 (99). С. 28–34.

2. Мельник Т. І., Бондар О. І. Антропогенна трансформація рослинного покриву під впливом евтрофуючих чинників великих агропідприємств. *Агроекологічний журнал*. 2023. № 1. С. 62–70.

3. Burton C. H., Turner C. Manure management: Treatment strategies for sustainable agriculture. *Silsoe Research Institute*. 2014. 490 p.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



ІННОВАЦІЙНІ РОЗРОБКИ ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИН У СУЧАСНОМУ ОВОЧІВНИЦТВІ

Щетина С. В., д. с-г. н.

Уманський національний університет

sv_shetina@ukr.net

Овочівництво є однією з найважливіших галузей сільського господарства, яка забезпечує населення цінними продуктами харчування та відіграє важливу роль у формуванні продовольчої безпеки держави. В умовах глобальних кліматичних змін, обмеженості земельних і водних ресурсів, а також зростання попиту на якісну овочеву продукцію особливого значення набуває використання технологій, що забезпечують оптимізацію фізіологічних процесів рослин та підвищення їх стійкості до абіотичних і біотичних стресів. Сучасні наукові розробки спрямовані на підвищення врожайності культур, оптимізацію використання ресурсів та зменшення негативного впливу на довкілля [1].

Сучасний розвиток овочівництва характеризується широким впровадженням елементів точного землеробства, автоматизованих систем контролю мікроклімату, технологій інтернету, роботизації виробничих процесів та штучного інтелекту. Використання цифрових технологій дозволяє здійснювати моніторинг вологості ґрунту, температури повітря, рівня освітленості та забезпеченості рослин елементами живлення в режимі реального часу. Завдяки цьому створюються оптимальні умови для проходження процесів фотосинтезу, дихання та мінерального живлення рослин [2].

Особливого поширення набувають технології вертикального вирощування рослин, яке передбачає багаторусне вирощування рослин у контрольованому середовищі із застосуванням світлодіодного освітлення та автоматизованого управління технологічними процесами. Використання світлодіодних джерел освітлення (LED) дозволяє регулювати спектральний склад світла відповідно до потреб культури на різних етапах онтогенезу. Доведено, що червоний спектр стимулює процеси фотосинтезу та накопичення біомаси, тоді як синій сприяє формуванню компактної рослини та активізації синтезу хлорофілу. Дана технологія забезпечує цілорічне виробництво овочевої продукції незалежно від погодних умов та дозволяє суттєво скоротити використання водних ресурсів [3–4].

Інноваційні безґрунтові технології, зокрема гідропоніка та аеропоніка, забезпечують ефективне регулювання водного та мінерального живлення рослин. В умовах гідропонної культури поживні речовини надходять до рослин у легкодоступній

формі, що сприяє прискоренню ростових процесів та підвищенню врожайності овочевих культур [5]. За таких способів вирощування підвищується продуктивність, зменшується ризик поширення ґрунтових патогенів [6].

Перспективним напрямом є застосування агродронів та систем дистанційного моніторингу посівів. Використання безпілотних літальних апаратів дозволяє оперативно оцінювати стан рослин, визначати осередки хвороб і шкідників, а також проводити локальне внесення засобів захисту рослин, що підвищує ефективність виробництва та знижує виробничі витрати [7].

Використання штучного інтелекту та автоматизованих систем управління відкриває нові можливості для прогнозування врожайності, діагностики захворювань рослин та оптимізації виробничих процесів. Сучасні алгоритми машинного навчання здатні аналізувати великі масиви даних і формувати рекомендації щодо режимів живлення, зрошення та захисту рослин [3]. Аналіз цифрових зображень дозволяє визначати дефіцит елементів живлення, розвиток захворювань та рівень стресу рослин на ранніх стадіях розвитку. Це дає можливість своєчасно коригувати технологію вирощування та мінімізувати втрати врожаю [2].

Значну увагу науковців привертає використання біостимуляторів рослин. До них належать гумінові речовини, амінокислоти, екстракти морських водоростей, фітогормони та інші біологічно активні сполуки. Їх застосування активізує ферментативні процеси, стимулює розвиток кореневої системи, покращує засвоєння елементів живлення та підвищує стійкість рослин до несприятливих умов середовища [8].

Перспективним напрямом є використання мікробіологічних препаратів на основі бактерій родів *Azotobacter*, *Bacillus*, *Pseudomonas* та грибів роду *Trichoderma*. Такі препарати сприяють фіксації атмосферного азоту, мобілізації фосфору, синтезу фітогормонів та пригніченню розвитку фітопатогенних організмів. Біологізація технологій вирощування дозволяє зменшити використання мінеральних добрив і засобів захисту рослин та забезпечує отримання екологічно безпечної продукції [9].

Порівняльний аналіз біологічної ефективності від інноваційних технологій у овочівництві наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Біологічна ефективність сучасних інноваційних технологій у овочівництві

Інноваційний елемент	Біологічний ефект	Практичне значення
LED-освітлення	Підвищення інтенсивності фотосинтезу та вмісту хлорофілу	Прискорення росту рослин
Біостимулятори	Активізація ферментативної діяльності та коренеутворення	Підвищення врожайності
Мікробіологічні препарати	Поліпшення живлення рослин та захист від патогенів	Зменшення використання агрохімікатів
Гідропоніка	Оптимізація мінерального живлення	Економія водних ресурсів
Аeropоніка	Покращення аерації кореневої системи	Інтенсивне наростання біомаси
Агродрони та сенсори	Раннє виявлення стресових факторів	Оперативне управління посівами

Таким чином, сучасні інноваційні розробки у овочівництві поєднують досягнення біології, агрономії та цифрових технологій. Найбільш перспективними

напрямами є використання контрольованого LED-освітлення, біостимуляторів росту, мікробіологічних препаратів, безґрунтових технологій та систем штучного інтелекту. Їх впровадження сприяє підвищенню продуктивності овочевих культур, покращенню якості продукції та забезпеченню сталого розвитку аграрного виробництва.

Список використаних джерел:

1. Шабля О. С., Рудь В. П., Могильна О. М., Терьохіна Л. А. Інноваційні технології в овочівництві та їх ефективність. Аграрні інновації. 2023. № 18. С. 234–241. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.34>.
2. Méndez-Zambrano P. V., Tierra Pérez L. P., Ureta Valdez R. E., Flores Orozco Á. P. Technological Innovations for Agricultural Production from an Environmental Perspective: A Review. Sustainability. 2023. Vol. 15(22). Article 16100. DOI: <https://doi.org/10.3390/su152216100>.
3. Kabir M. S. N., Reza M. N., Chowdhury M. et al. Technological Trends and Engineering Issues on Vertical Farms: A Review. Horticulturae. 2023. Vol. 9(11). Article 1229. DOI: <https://doi.org/10.3390/horticulturae9111229>.
4. Kozai T. LED Lighting for Urban Agriculture. Singapore : Springer Nature, 2022. 356 p.
5. Resh H. M. Hydroponic Food Production. 8th ed. Boca Raton : CRC Press, 2022. 560 p.
6. Kozai T., Niu G., Takagaki M. Plant Factory: An Indoor Vertical Farming System for Efficient Quality Food Production. 2nd ed. London : Academic Press, 2020. 516 p.
7. Васильковська К. В., Андрієнко О. О., Шепілова Т. П. Ефективність агродронів в системі точного землеробства. Аграрні інновації. 2023. № 17. С. 13–19. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.2>.
8. du Jardin P. Plant Biostimulants: Definition, Concept, Main Categories and Regulation. Scientia Horticulturae. 2015. Vol. 196. P. 3–14.
9. Backer R., Rokem J. S., Ilangumaran G. et al. Plant Growth-Promoting Rhizobacteria: Context, Mechanisms of Action and Roadmap to Commercialization of Biostimulants for Sustainable Agriculture. Frontiers in Plant Science. 2018. Vol. 9. Article 1473.

РОЛЬ БІОРІЗНОМАНІТТЯ У ФОРМУВАННІ АГРОЕКОСИСТЕМ, СТІЙКИХ ДО ЗМІН КЛІМАТУ

Яременко А.П., здобувач освіти ОКР «доктор філософії»

Сонько С.П., д. геогр.н., професор

Уманський національний університет

s.p.sonko@gmail.com

Термін біологічне різноманіття або біорізноманіття визначається як «мінливість між існуючими створіннями з усіх баз підрахунку, зокрема, наземних, морських та інших водних екосистем та екологічних комплексів частиною яких вони є...» [10]. Вплив людини на біорізноманіття включає: деградацію земель, відкладення азоту, забруднення, впровадження інвазивних або чужорідних видів, відведення води, фрагментація ландшафту, урбанізація, та індустріалізація [14]. Проте, лише нещодавно синергія змін клімату з уже існуючими загрозами для біоти є найбільш серйозною та актуальною проблемою. Фрагментація середовища існування, інвазивні види, забруднення, надмірна експлуатація, і глобальні зміни клімату є одними з прямих загроз біорізноманіттю.

Форми харчування людини, отримані з ресурсів біорізноманіття включають: овочі, фрукти, горіхи, м'ясо та добавки до них, їжа у вигляді харчових барвників, додатків і консервантів. Проте, понад 75% запасів їжі для населення отримують, всього з 12 видів рослин (банани, квасоля, маніок, кукурудза, просо, картопля, рис, сорго, соєві боби, цукрова тростина, батат та пшениця). Біорізноманіття забезпечує важливу запобіжну мережу в періоди відсутності продовольчої безпеки (у періоди низького рівня сільського господарства виробництва), сезонні перерви в харчуванні, а також у період кліматично спричиненої вразливості. Крім того, біорізноманіття забезпечує обслуговування вододілів, родючість ґрунту, запилення, розповсюдження насіння, кругообіг поживних речовин, природну боротьбу зі шкідниками та із захворюваннями [9]. Ці процеси критичні для обслуговування систем землеробства. Однак більшість систем інтенсивного землеробства прагнуть видалити такі дикі види як бур'яни, хижаків та інших «шкідників», які не завдають шкоди виробництву. В результаті наслідки інтенсифікації сільського господарства призводять до занепаду у різноманітності та чисельності птахів і запилювачів. Це часто призводить до локальної гомогенізації популяцій комах [8]. Тому комерційне сільське господарство часто надає перевагу синантропним видам (пристосованим до життя в антропогенних ландшафтах), що є причиною скорочення різноманітності видів і ставить під загрозу функціонування екосистем.

Хоча різноманітність тварин, які використовуються для харчування, складніше перерахувати, широкий асортимент з них надають такі продукти споживання, як, наприклад, молоко і м'ясо. Тварини, яких використовує людина, вживаються безпосередньо або опосередковано і включають групи комах (молі, жуки, оси та бджоли), ракоподібних (омари, краби та креветки), молюсків (двостулкові, черевоногі, кальмари), голкошкірих (морські їжаки та морські огірки) та хребетних (риби, амфібії, рептилії, птахи та ссавці) [16].

Однак кількість видів, що експлуатуються, залишається невеликою порівняно з

їх загальною кількістю, потенціалом і різноманітністю. Крім того, промислове сільське господарство переважно монокультурного напрямку призвело до втрати локальних генетичних варіацій у сільськогосподарських культурах і худобі [14]. Тому подальша експлуатація та одомашнення диких родичів та різновидів видів буде корисною для розширення генетичної бази [21]. Крім того, дикі родичі можуть підвищити стійкість рослин до біотичного та абіотичного стресу.

Сьогодні один мільярд людей у всьому світі покладається на продукти, зібрані в диких умовах [22]. Тільки в Індії засоби існування близько 6 мільйонів людей залежать від заготовлених лісових продуктів, оскільки Індія має одні з найкращих у світі умов біорізноманіття, які забезпечує пишна тропічна рослинність (72% — тропічні вологі листяні, сухі листяні та вологі вічнозелені ліси)[11].

Заготівля та реалізація дикорослих продуктів часто є єдиним засобом ведення домашнього господарства [18]. Проте з 1100 дикорослих видів рослин, 15–37% знаходяться під загрозою вимирання. Крім того, хоча сільське господарство є основною причиною вирубки лісів, біорізноманіття лісів є життєво важливим для продовольчої безпеки, оскільки воно забезпечує різноманітні харчові продукти та постачання енергії, необхідної для приготування їжі для третини населення світу [12]. 16–22% диких родичів видів, що мають пряме значення для сільського господарства, знаходяться під загрозою вимирання. 30–40% площ територій земної кулі, на яких світове біорізноманіття не підвладне людині, нажаль, законодавчо не охороняються. Ці площі розорані і знаходяться у складних багатофункціональних ландшафтах, зайнятих людьми та пов'язаних з ними системах землеробства [23].

Якщо зміна клімату негативно впливає на біорізноманіття, то логічно, що світова продовольча безпека знаходиться під великою загрозою через дисбаланс у природній екосистемі. Очікується, що в усьому світі зміна клімату скоротить виробництво зернових від 1 до 7% до 2060 року [13]. Крім того, 22% посівних площ під основними культурами світу, ймовірно, до 2050 року матимуть негативний вплив через зміни клімату [5]. Відповідно, очікується, що зміна клімату призведе до збільшення кількості людей (від 5–170 мільйонів осіб), які опиняться під загрозою голоду до 2080 року [19]. Крім того, зростання екстремальних погодних явищ робить дуже ймовірним втрату активів [3].

Таким чином, зміна клімату впливає на чотири компоненти продовольчої безпеки (наявність їжі, доступність їжі, використання їжі, та стабільність харчової системи)[26].

Прямим і непрямим способами зміни клімату впливають на біофізичні фактори (зростання рослини і тварин, кругообіг води, біорізноманіття та кругообіг поживних речовин), а також на способи управління ними у сільськогосподарській практиці та виробництві харчових продуктів [17].

Також необхідно враховувати особливості агроєкосистем, які під впливом змін клімату можуть зменшити виробництво харчових продуктів. Наприклад, помірне потепління (підвищення від 1 до 3 °C середньої температури), як очікується, принесе користь урожаю та продуктивності пасовищ у помірних регіонах, тоді як у тропічних і сезонно посушливих регіонах, таке підвищення, ймовірно, матиме негативний вплив на зернові культури. Однак потепління більше 3°C спричинить негативний вплив на сільськогосподарське виробництво в усіх регіонах. Крім того, підвищення температури повітря може прискорити ріст культур і, як наслідок, скоротить період вегетації [24].

У багатьох джерелах як основна адаптація та стратегія пом'якшення глобального впливу змін клімату рекомендується виведення високопродуктивних,

біотичних і стійких до абіотичного стресу сортів сільськогосподарських культур [6]. Пропонується також приділяти більшу увагу біодобривам, диким їстівним рослинам, мікробним інокулянтам, а також покращенню технологій, які будуть менше залежати від дефіцитних ресурсів таких як додаткова орна земля, і вода [25].

Таким чином, передбачається, що біорізноманіття, сільськогосподарське виробництво та продовольча безпека різко зміняться у відповідь на майбутню глобальну зміну клімату [27]. Відповідно, до числа прогнозованих наслідків змін клімату відносять переміщення рослин на вищі висоти та широти від кліматичних умов, до яких вони пристосовані.

Зміна клімату може призвести до зменшення видів, які не здатні адаптуватись до таких змін. Однак, в дійсності такий ефект буде сильно відрізнятися між різними видами. Отже, можливим є пристосування нових видів та спільнот у відповідь на зміну клімату [20].

Очікується, що зміна клімату призведе до довгострокових змін погодних умов, що серйозно вплине на сільськогосподарське виробництво та продовольчу безпеку. Проте, вплив змін клімату на продовольчу безпеку, як правило, сприймається з більшим занепокоєнням в регіонах, де все ще існує зрошуване землеробство як основне джерело їжі та доходу. З огляду на означені тенденції прогнозується підвищення ринкової вартості землі та води, що в свою чергу може призвести до виплати фермерам додаткових субсидій за екологічні послуги оброблюваних ними земель [4].

Таким чином, хоча стале виробництво продуктів харчування є життєво важливим для сталого розвитку, зараз воно ставить під загрозу досягнення стратегії сталого розвитку та Порядку денного сталого розвитку до 2030 р.[2]. У зв'язку з цим сільськогосподарський сектор повинен покращити свою стійкість та адаптацію до впливу зміни клімату способами, які не загрожують глобальним зусиллям щодо забезпечення продовольчої безпеки [7].

З наведеного огляду джерел важливим вважаємо роль агроєкосистем у наданні екосистемних послуг, оскільки, незважаючи на більшу, ніж у природних аналогів інтенсивність речовинно-енергетичних потоків, вони (агроєкосистеми) все ж таки залишаються головними «діючими особами» біосферного рівня [1].

Список використаних джерела

1. Сонько С. П., Зозуля І. О. Екологічно збалансовані агроєкосистеми – запорука сталого розвитку. / Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2024. Вип. 41. С. 57-69. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2024-41-04>.
2. Banik D. Achieving food security in a sustainable development era. Food Ethics. 2019;4:117–21.
3. Bouwer LM. Projections of future extreme weather losses under changes in climate and exposure. Risk Anal. 2013;33:915–30.
4. Brown ME, Carr ER, Grace KL, Wiebe K, Funk CC, Attavanich W, et al. Do markets and trade help or hurt the global food system adapt to climate change? Food Policy. 2017;68:154–9. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2017.02.004>.
5. Campbell B, Mann W, Meléndez-Ortiz R, Streck C TT. Agriculture and climate change: a scoping report. Washington Dc; 2011.
6. Chhogyel N, Kumar L. Climate change and potential impacts on agriculture in Bhutan: a discussion of pertinent issues. Agric Food Secur. 2018;7:1–13. <https://doi.org/10.1186/s40066-018-0229-6>.
7. Filho L, Tripathi W, Guerra SA, Garriga J, Lovren RO, Willats V. Using the

sustainable development goals towards a better understanding of sustainability challenges. *Int J Sustain Dev World Ecology*. 2018;26:179–90.

8.Ekroos J, Heliölä J, Kuussaari M. Homogenization of lepidopteran communities in intensively cultivated agricultural landscapes. *J Appl Ecol*. 2010;47:459–67.

9.El Mujtar V, Muñoz N, Prack M, Cormick B, Pulleman M, Tittone P. Role and management of soil biodiversity for food security and nutrition; where do we stand? *Glob Food Sec*. 2019;20:132–44. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.01.007>.

10.IUCN. 50 Years of Working for Protected Areas-A brief history of IUCN World Commission on Protected Areas. http://cmsdata.iucn.org/downloads/history_wcpa_15july_web_version_1.pdf. Gland; 2010.

11.Kumar A, Marcot BG, Saxena A. Tree species diversity and distribution patterns in tropical forests of Garo Hills. *Curr Sci*. 2006;91:1370–81.

12.Meybeck A, Laval E, Levesque R, Parent G. Food security and nutrition in the age of climate change. In: Meybeck A, Laval E, Lévesque R, Parent G, editors. *Food Secur Nutr Age Clim Chang*. Québec City: FAO; 2018. p. 132.

13.Parry M. The implications of climate change for crop yields, global food supply and risk of hunger. *SAT eJournal*. 2007;4:1–44.

14.Penuelas J, Janssens IA, Ciais P, Obersteiner M, Sardans J. Anthropogenic global shifts in biospheric N and P concentrations and ratios and their impacts on biodiversity, ecosystem productivity, food security, and human health. *Glob Chang Biol*. 2020;26:1962–85.

15.Pilling D, Bélanger J, Hoffmann I. Declining biodiversity for food and agriculture needs urgent global action. *Nat Food*. 2020;1:144–7.

16.Products From Animals - Animal Smart. / <https://animalsmart.org/feeding-the-world/products-from-animals>.

17.Redden RJ, Hatfield JL, Lotze-campen H, Hall AE. Crop Adaptation to Climate Change. 1st ed. Yadav SS, Redden RJ, Hatfield JL, Lotze-Campen H, Hall AE, Yada M, editors. Chichester: Wiley-Blackwell; 2011.

18.Scherer L, Svenning JC, Huang J, Seymour CL, Sandel B, Mueller N, et al. Global priorities of environmental issues to combat food insecurity and biodiversity loss. *Sci Total Environ*. 2020;730:1–9. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139096>.

19.Schmidhuber J, Tubiello FN. Food security under climate change. *Nat Clim Chang*. 2016;6:10–3.

20.Seastedt TR. Accelerating contributions of restoration ecology for enhancing natural climate solutions. *Academia Biology* 2025;3. <https://doi.org/10.20935/AcadBiol7502>.

21.Singh R. Integration and commercialization of local varieties under sub-optimal environments for food security, promoting sustainable agriculture and agro-biodiversity conservation. *MOJ Ecol Environ Sci*. 2018;3:66–7.

22.Sofia Topcu Madsen, Carsten Smith-Hall, Wild harvesting or cultivation of commercial environmental products: A theoretical model and its application to medicinal plants, *Ecological Economics*, Volume 205, 2023, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107701>.

23.Species extinction not just a curiosity: our food security and health are at stake. / <https://www.unep.org/news-and-stories/story/species-extinction-not-just-curiosity-our-food-security-and-health-are-stake.-May-2019>.

24.Tm M, Sesabo J, Ishengoma E, Opile W. Impact of climate change on agricultural production and mitigation. *Afr J Hort Sci*. 2015;7:27–44.

25.Uphoff N. Supporting food security in the 21st century through resource-conserving increases in agricultural production. *Agric Food Secur*. 2012;1:1–12.

26.Wheeler T, Braun JV. Climate change impacts on global food security. *Science*. 2013;341:508–12.

27.Wiebe K, Robinson S, Cattaneo A. Climate change, agriculture and food security. *Sustain Food Agric*. 2019. [https:// doi. org/ 10. 1016/ B978-0- 12-812134- 4. 00004-2](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812134-4.00004-2).

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

«СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ БІОЛОГІЇ В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ»

Всеукраїнська наукова Інтернет-конференція

25 червня 2026 року

За достовірність опублікованих матеріалів несуть автори

Видається в авторській редакції