

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ МІКРОБІОЛОГІЇ  
ТА АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА**



# **МІКРОБІОЛОГІЯ В СУЧАСНОМУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

**МАТЕРІАЛИ XVII НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
МОЛОДИХ УЧЕНИХ**

**(25 жовтня 2024 року, м. Чернігів)**

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ МІКРОБІОЛОГІЇ  
ТА АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА



# МІКРОБІОЛОГІЯ В СУЧАСНОМУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

МАТЕРІАЛИ XVII НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
МОЛОДИХ УЧЕНИХ

(25 жовтня 2024 року, м. Чернігів)

Чернігів  
2024

УДК 579.64+578

М89

М89 **Мікробіологія** в сучасному сільськогосподарському виробництві: матеріали XVII наукової конференції молодих учених (м. Чернігів, 25 жовтня 2024 р.) / Національна академія аграрних наук України, Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва. Чернігів : видавець Брагинець О. В., 2024. 190 с.

ISBN 978-617-7570-78-2

У збірнику представлено тези доповідей учасників XVII наукової конференції молодих учених «Мікробіологія в сучасному сільськогосподарському виробництві». Роботи присвячено актуальним проблемам загальної та ґрунтової мікробіології, застосування мікробних препаратів у рослинництві й тваринництві, біологічного захисту рослин від хвороб і шкідників, біотехнологіям у сільському господарстві, екології мікроорганізмів та вірусології.

Для наукових працівників, викладачів і студентів вищих аграрних закладів освіти I–IV рівнів акредитації, аспірантів, спеціалістів сільського господарства.

**УДК 579.64+578**

Організатори конференції: Національна академія аграрних наук України, Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва.

**Редакційна колегія:**

Москаленко А. М. (відповідальний редактор), Волкогон В. В. (редактор), Козар С. Ф. (редактор), Логоша О. В. (відповідальний секретар), Дімова С. Б., Єгоров О. В., Копилов Є. П., Кравченко Н. О., Надкернична О. В., Решотько Л. М., Халеп Ю. М.

ISBN 978-617-7570-78-2

© ІСМАВ НААН, 2024

# ЗМІСТ

## ПЛЕНАРНА ЧАСТИНА

*В. П. Патика*

Збудники бактеріальних хвороб біоенергетичних культур  
за змін клімату . . . . . 13

## СЕКЦІЙНА ЧАСТИНА

### ЗАГАЛЬНА ТА ҐРУНТОВА МІКРОБІОЛОГІЯ

*Д. В. Баранський, Т. І. Паробецький, Н. Ю. Дуда*

Ґрунтова мікробіота та її вплив на вирощування соняшнику . . . 15

*М. В. Безименний, О. А. Тарасов*

Дослідження ефективності знешкодження спор бактерій роду  
*Vacillus* в ґрунті за допомогою дезінфектанту в комбінації  
з гермінантом . . . . . 17

*О. Б. Васильків*

Збудники маститу корів у господарствах Тернопільської  
області . . . . . 19

*О. В. Гудзенко, К. В. Авдіюк, М. В. Решетніков, Л. Д. Варбанець*

Бактерії, виділені з соризу, як продуценти низки  
протеолітичних ферментів . . . . . 21

*Н. М. Запольська, К. М. Шендрик*

Вплив фунгістазису ґрунту на розвиток хвороб цукрових  
буряків та їхніх збудників . . . . . 23

<i>Н. В. Карачинська, А. М. Ліщук, І. В. Безноско</i> Мікоризний симбіоз у запобіганні виникненню екологічних ризиків в агроценозах . . . . .	25
<i>О. С. Кармазіна, В. О. Тараненко, К. В. Лаврентьєва, Т. В. Скляр</i> Ґрунтові штами стрептоміцетів як продуценти амілолітичних ферментів . . . . .	27
<i>Н. І. Ковалжи, С. В. Резнік, Д. В. Гавва, К. Б. Новосад</i> Целюлозоруйнівна діяльність мікроорганізмів чорнозему типового при вирощуванні суниці садової за різних систем удобрення . . . . .	29
<i>Н. І. Ковалжи, С. С. Переходович, О. О. Гречко</i> Порівняльна характеристика мікробіоти чорнозему типового в умовах інтенсивного вирощування суниці садової . . . . .	31
<i>Ю. М. Оліфір, Т. В. Партика, О. С. Гавришко, Б. Р. Романюк</i> Зміна біологічної активності ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту за тривалого антропогенного навантаження . . . . .	33
<i>С. В. Резнік</i> Кореляційний аналіз показників біологічної активності чорноземів типових Лівобережного Лісостепу України . . . . .	35
<i>Abdel Mohsen M. Soliman</i> Antimicrobial activities of novel heterocyclic derivatives . . . . .	39
<i>О. О. Шаховніна, Б. А. Мельник</i> Рістстимулювальні властивості гриба <i>Penicillium funiculosum</i> 2221 та його вплив на розвиток рослин сої . . . . .	40
<i>О. О. Шаховніна, В. В. Тарасов</i> Вплив гриба <i>Trichoderma</i> sp. 2227, виділеного з ґітосфери сої, на ростові показники рослин . . . . .	42

# МІКРОБНІ ПРЕПАРАТИ В РОСЛИННИЦТВІ ТА ТВАРИННИЦТВІ

*А. А. Ашихміна*

Ефективність біопрепаратів при вирощуванні сої в умовах штучної посухи . . . . . 45

*Ю. М. Благодир*

Метод оцінки ефективності родентицида шляхом годівлі мишей з активнішим імунітетом під впливом пробіотичного препарату на основі *Bifidobacterium longum* . . . . . 47

*І. М. Бондар*

Ефективність застосування компостованого курячого посліду в технологіях вирощування зернових культур . . . . . 49

*А. А. Бунас, В. В. Дворецький, Є. Д. Ткач, І. П. Мовчан*

Життєздатність мікроорганізмів — агентів біопрепаратів . . . . . 51

*І. А. Бурдук*

Розвиток рослин картоплі сорту Гранادا за передпосівної бактеризації Бактопасльоном . . . . . 53

*О. Г. Власенко, Є. О. Слепцов, О. А. Дрегваль, Т. В. Скляр*

Розробка технології отримання та зберігання гранульованої форми комплексного інсектицидного біопрепарату . . . . . 55

*Л. С. Квасницька, Г. П. Войтова, О. С. Власюк*

Формування надземної маси рослин соняшнику під впливом елементів технології вирощування . . . . . 57

*S. Ya. Komplikevych, I. B. Danylo, O. D. Maslovska, S. O. Hnatush*

Plant growth promotive effect of metal-resistant microorganisms isolated from different biotopes . . . . . 60

*Б. І. Коцюба, А. П. Станкевич*

Вплив інокулянтів ХайКот Супер Соя та Райс Пі на формування продуктивності сої у малому Поліссі на заході України . . . . . 62

К. П. Кукол, П. П. Пухтаєвич, Н. І. Довбаи, І. І. Клименко Уміст цинку і марганцю у рослинах сої за інокуляції насіння ризобіями та різних способів застосування комплексу мікроелементів . . . . .	65
О. В. Куц, С. А. Рудой, О. А. Куц Використання біопрепаратів за вирощування помідора . . . . .	67
О. В. Логоша, С. Ф. Козар, Ю. О. Воробей, Т. О. Усманова Дослідження ефективності бактеризації насіння пшениці озимої новим комплексним інокулянтом . . . . .	70
М. В. Мілова, Я. В. Чабанюк Вплив сумісного застосування <i>Bradyrhizobium japonicum</i> та бактерій роду <i>Pseudomonas</i> на приріст кореневих волосків . . . . .	72
О. М. Мурач, С. І. Бердін Моделювання продуктивного потенціалу соєво-ризобіальних систем в умовах Північно-східного Лісостепу . . . . .	73
К. Ovechkina, I. Korovin, K. Lavrentieva, V. Gavryliuk, T. Sklyar Effectiveness of bacterization of wheat grain with a soil strain of <i>Streptomyces</i> genus . . . . .	75
М. М. Пархоменко Вплив мікробних препаратів на продуктивність короткоротаційних сівозмін в умовах Чернігівського Полісся . . . . .	77
С. О. Петренко, А. В. Родіонов, О. І. Олійник Вплив біологічних препаратів на екологічно безпечний підхід до вирощування соняшнику . . . . .	79
Т. С. Сасіна Вплив біологічної модифікації мінеральних добрив на площу листяного апарату рослин картоплі . . . . .	82

*Ю. В. Турейський*

Продуктивність гороху в умовах Полісся залежно від елементів технології вирощування . . . . . 84

*Л. А. Шевченко, Т. С. Сасіна, В. В. Глушаков, І. М. Бондар, М. М. Селінний, С. Б. Дімова, К. І. Волкогон, І. А. Земська, В. В. Волкогон*

Ефективність *Vacillus* sp. 22 при вирощуванні пшениці озимої . 87

## БІОЛОГІЧНИЙ ЗАХИСТ РОСЛИН ВІД ХВОРОБ І ШКІДНИКІВ

*А. Г. Бабич, О. А. Бабич, Л. О. Білявська, Д. В. Приходько, В. Ю. Кадук, І. В. Приходько, М. В. Вербовський*

Сучасні біопрепарати для покращення фітосанітарного стану зернових агроценозів . . . . . 90

*О. А. Бабич, А. Г. Бабич, Л. О. Білявська, Я. А. Дзюман, О. Ю. Чеберяк, В. А. Пашиковський*

Високоєфективні біопрепарати для регуляції чисельності фітопаразитичних нематод картоплі . . . . . 92

*Г. Я. Біловус, О. Н. Пристацька, О. А. Ващишин*

Вплив біологічних препаратів на обмеження розвитку борошнистої роси на ячмені озимому . . . . . 94

*М. М. Bohdan, Н. В. Huliaieva*

Biologically active substances in the protection of agricultural plants . . . . . 96

*О. С. Власюк, Л. С. Квасніцька, Г. П. Войтова*

Ефективність біопрепаратів на посівах соняшнику за умов Правобережного Лісостепу . . . . . 99

<i>Г. П. Войтова, Л. С. Квасніцька, О. С. Власюк</i> Поширення борошнистої роси на посівах пшениці озимої за застосування біопрепаратів . . . . .	102
<i>І. О. Гриневич</i> Обґрунтування використання бактерій <i>Paenibacillus polymyxa</i> та <i>Bacillus subtilis</i> для захисту плодів яблуні при зберіганні . . .	104
<i>Г. Б. Гуляєва</i> Вплив інфікування фітоплазмами на фотохімічну активність листіків пшениці м'якої різних сортів . . . . .	106
<i>О. В. Жмур, Я. В. Чабанюк</i> Роль грибів <i>Glomus</i> spp. та <i>Trichoderma</i> spp. у підвищенні стійкості та продуктивності ягідних культур . . . . .	109
<i>О. Є. Лапіна, О. М. Андрійчук</i> Особливості бактеріофагів, виділених із зразків ґрунту Антарктиди, як кандидатів для розробки бактеріофагових препаратів . . . . .	111
<i>С. О. Міщенко, Р. І. Салінко</i> Огляд можливих біологічних препаратів при вирощуванні валеріани лікарської . . . . .	112
<i>С. О. Петренко, В. Ю. Поздняков, О. І. Олійник</i> Досвід з полів — післядія гербіцидів та прихована токсичність після обробки коріандру посівного . . . . .	114
<i>Н. В. Пиляк, С. П. Бакреу, А. М. Гук</i> Вплив біологічних засобів захисту рослин на зберігання плодів яблунь в умовах холодильника . . . . .	117
<i>Н. М. Салінко</i> Інтелектуальні системи прогнозування спалахів хвороб рослин з використанням технологій машинного навчання . . . . .	119

<i>Н. М. Салінко, Л. В. Картюк</i> Автоматизація процесу збору даних для оцінки ефективності біологічного захисту рослин . . . . .	121
<i>Р. І. Салінко, Л. В. Картюк</i> Розробка автоматизованих систем виявлення та ідентифікації шкідників на основі комп'ютерного зору . . . . .	123
<i>Г. О. Салінко, Г. Л. Мелконов</i> Застосування робототехніки для локалізованого внесення біологічних засобів захисту рослин . . . . .	125
<i>Р. І. Салінко, Г. Л. Мелконов</i> Безпілотні технології для моніторингу стану полів і виявлення зон ураження хворобами рослин . . . . .	128
<i>Ю. Спичак, Т. Рожкова</i> Сучасні методи виявлення внутрішніх інфекцій у насінні пшениці озимої та методи стерилізації поверхні зерна . . . . .	130
<i>О. В. Субін, Ю. В. Коломієць, Л. М. Буценко, Л. А. Пасічник</i> Виявлення збудника бактеріальної гнилі роду <i>Dickeya</i> на картоплі у Київській області . . . . .	133

## БІОТЕХНОЛОГІЇ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

<i>A. Amara, A. Touat, M. Benounis, O. Balamane-Zizi, A. Benselhoub, N. Dovbash</i> Solvent extraction of molybdenum by phosphate tributyl diluted in kerosene from Algerian soils . . . . .	136
<i>А. М. Воробей, Т. П. Пирог, Т. А. Шевчук</i> Деструкція біоплівки фітопатогенних бактерій за наявності поверхнево-активних речовин <i>Nocardia vaccinii</i> ІМВ В-7405, синтезованих у середовищі з триптофаном та еритритолом . . .	137

<i>A. T. Gavryluck, O. M. Rozhok, O. Ya. Kuvshynov</i> The study of fertilizer leonardit usage in terms of Western Ukrainian Forest-steppe province . . . . .	140
<i>Л. В. Гуменюк, Л. В. Худа</i> Перспективи використання іммобілізованого ферментного препарату Протосубтилін ГЗХ А-120 у сільському господарстві . . . . .	142
<i>Г. М. Демчук, Л. В. Худа</i> Перспективи застосування відходів переробки сільськогосподарських культур як альтернативних компонентів живильних середовищ . . . . .	144
<i>F. Djedid, M. Bounouala, A. Bouzlama, A. Benselhoub, N. Dovbash, S. Bellucci</i> Assessment of PM pollution related to the mining operations in the heliopolis aggregates quarry . . . . .	146
<i>Ю. М. Євстафієва, В. І. Бучковська</i> Вплив біотехнології на сільське господарство . . . . .	148
<i>I. Zeriri, N. Belhaouchet, A. Soussa, A. Youbi, N. Dovbash, A. Benselhoub, H. Berrabah</i> Soil risk surveillance and assessment using earthworms . . . . .	151
<i>К. С. Коробкова, Т. В. Затовська</i> Ознака соле-толерантності <i>Rhizobium meliloti</i> підвищує ефективність симбіозу з люцерною в умовах сольового стресу	154
<i>Т. М. Купріянова, Н. В. Макарчук</i> Вплив різного складу живильного середовища на бульбоутворення рослин картоплі в культурі <i>in vitro</i> . . . . .	155
<i>С. О. Петренко, О. І. Олійник, В. А. Родіонов, В. Ю. Поздняков</i> Роль мікроводоростей <i>Chlorella vulgaris</i> у функціональній структурі біогеоценозів з погляду теорії консорцій . . . . .	157

<i>Г. О. Салінко, С. О. Міщенко</i> Інтеграція біотехнологій та автоматизації в сільському господарстві України: шляхи підвищення ефективності та стійкості аграрного сектору . . . . .	161
<i>О. О. Струмінська</i> Перспективи використання композицій на основі сахарози для передпосівної обробки насіння . . . . .	163
<i>О. О. Струмінська, В. М. Бойчук</i> Використання біополімерних композицій на основі сахарози для збільшення урожайності сільськогосподарських культур . . . . .	165
<i>О. О. Струмінська, Г. М. Грицуляк, В. Савіновська</i> Роль використання біополімерних композицій на основі На-карбоксиметилцелюлози у збереженні ґрунтових екосистем та збільшенні урожайності . . . . .	168
<i>О. В. Хомяченко, О. А. Дрегваль</i> Утворення конідій <i>Trichoderma viride</i> за двоетапної технології отримання препарату . . . . .	170
<i>Л. М. Чебан, А.-М. Р. Козак</i> Вплив неорганічних коагулянтів на основі заліза на клітини <i>Microcystis</i> sp. . . . .	172
<i>В. А. Cheban, L. V. Khuda</i> The effect of bisphenol a on the culture of <i>Monoraphidium</i> sp. . . . .	174
<i>Л. П. Чернолата, С. М. Лухач, Т. В. Найдіна</i> Зниження антипоживних речовин у зерні тритикале . . . . .	176

## ЕКОЛОГІЯ МІКРООРГАНІЗМІВ ТА ВІРУСОЛОГІЯ

<i>I. Gumeniuk, A. Levishko, V. Tsvihun</i> The impact of climate change on soil microorganisms . . . . .	179
--	-----

<i>М. І. Зарудняк, Л. А. Данкевич</i> Філогенетичний аналіз штамів фітопатогенних бактерій — збудників бактеріального раку горіху волоського ( <i>Juglans regia</i> ) . . . . .	181
<i>N. P. Meniv, A. A. Halushka, S. O. Hnatush, A. K. V. Thor, M. T. Melnyk</i> Sensitivity of bacteria isolated from spoil heap of Central Enrichment Factory “Chervonohradska” to heavy metal salts . . .	183
<i>K. Taher, T. Shevchenko, H. Snihur, H. Korotieieva</i> Detection of carlaviruses in Ukrainian <i>Allium</i> crops and their association with potyviruses . . . . .	185
<i>О. О. Філоненко, І. М. Пожилов</i> Ідентифікація модельних вірусів рослин в рекреаційних водоймах м. Києва . . . . .	187

# ***ПЛЕНАРНА ЧАСТИНА***

УДК 579.64:630:632

## **ЗБУДНИКИ БАКТЕРІАЛЬНИХ ХВОРОБ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР ЗА ЗМІН КЛІМАТУ**

**В. П. Патика**

*Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного  
НАН України*

*вул. Академіка Заболотного, 154; м. Київ, 03143, Україна  
e-mail: patykavolodymyr@gmail.com*

Глобальні проблеми, спричинені змінами клімату, очолюють ранжований перелік потенційних ризиків, які в найближче десятиріччя призведуть до значних збитків у різних сферах економічної діяльності, дестабілізуючи загальну концепцію розвитку регіонів.

За чинними рекомендаціями Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО), кліматичною нормою вважають усереднені за 30-річний період показники погоди, отже, кліматичні норми обраховували за 1961–1990 рр. та 1991–2020 рр. За останні 30 років лісова біоенергетична галузь України зазнала значних змін, пов'язаних із глобальним потеплінням та змінами клімату. За останні 10 років відбулося збільшення середньорічної температури в Україні на 1,7 °С, кліматичні зони поступово зміщуються на північ та захід, а спека і посухи мають більшу повторюваність, що зі свого боку може призвести до втрати значного обсягу врожаю біоенергетичних культур. Все частіше озвучують думку про те, що Південний Степ стає не найкращим місцем для вирощування біоенергетичних культур, а всі інші показують більший вихід продукції у зонах Полісся та Лісостепу. Водночас стрімке та надмірне накопичення тепла скорочує

вегетаційний період, спричинює передчасне досягання різних культур і може призвести до зменшення врожайності.

За останні 30 років приріст активних температур повітря вище ніж +10 °С для зони Степу сягнув 150 °С, Лісостепу — 200 °С, Полісся — 180 °С. Відповідно, головна мета адаптивності галузі сільського господарства до змін клімату полягає у впровадженні комплексу заходів, які забезпечуватимуть максимальний економічний ефект від господарської діяльності. Базисом упровадження низки агротехнічних заходів є підбір культур з урахуванням агрометеорологічних умов місцевості. Згідно з експертними оцінками офіційних статистичних даних, теоретичний потенціал біопалива в Україні становить 50 млн тон умовного палива (т. у. п.), технічний — 30,23, а економічно доцільний — 27,27 млн т. у. п. Тобто, з огляду на теперішній рівень загального споживання первинних енергоносіїв в Україні (210 млн т. у. п. у 2007 р.) економічний потенціал біомаси може задовольнити близько 13 % загальної потреби України в енергії. В Україні існує багато джерел енергії біомаси. Це переважно сільськогосподарські відходи (солома озимих і ярих культур, стовбури і початки кукурудзи, лушпиння та стовбури соняшника) та біоенергетична деревина чи відходи лісової промисловості.

# **ЗАГАЛЬНА ТА ҐРУНТОВА МІКРОБІОЛОГІЯ**

УДК 632.981.4:579.8:631

## **ҐРУНТОВА МІКРОБІОТА ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ**

**Д. В. Баранський, Т. І. Паробецький, Н. Ю. Дуда**

*Львівський національний університет природокористування  
вул. Володимира Великого, 1; м. Дубляни, Львівський р-н,  
Львівська обл., 80381, Україна  
e-mail: dmytrotom916@gmail.com*

Ґрунтова мікробіота є ключовим компонентом агроєкосистем, відіграючи важливу роль у забезпеченні родючості ґрунту, циклічності поживних речовин та підтриманні стійкості рослин до стресових факторів. Однією з важливих культур для українського сільського господарства є соняшник (*Helianthus annuus* L.), вирощування якого значною мірою залежить від стану ґрунту та його мікробіологічної активності.

Ґрунтові мікроорганізми, зокрема бактерії та гриби, відіграють важливу роль у процесах росту й розвитку соняшнику. Вони беруть участь у фіксації азоту, розкладанні органічної речовини, мінералізації сполук поживних елементів та утворенні симбіотичних зв'язків із кореневою системою рослин. Наприклад, асоціативні азотофіксуювальні бактерії сприяють збагаченню ґрунту азотом, що знижує потребу у внесенні азотних добрив та забезпечує рослини достатньою кількістю цього важливого елемента.

Особливе значення мають мікоризні гриби, які утворюють симбіоз із кореневою системою соняшника, покращуючи

доступ рослин до фосфору та інших макро- і мікроелементів. Це позитивно впливає на розвиток кореневої системи, підвищуючи стійкість до посухи та інших стресових умов.

Мікробіологічна активність ґрунту безпосередньо впливає на родючість ґрунту і, відповідно, на урожайність соняшнику. Дослідження показують, що високий рівень біологічної активності сприяє поліпшенню структури ґрунту, збільшенню вмісту доступних поживних речовин та підвищенню вологоутримувальної здатності ґрунтів. Наприклад, штами бактерій роду *Pseudomonas* та *Bacillus* здатні продукувати фітогормони, такі як ауксини та гібереліни, що стимулюють ріст коренів та покращують їхнє поглинання води й поживних речовин.

Важливим фактором є також використання біопрепаратів на основі ґрунтових мікроорганізмів, які підвищують продуктивність сільськогосподарських культур. Внесення таких біопрепаратів у ґрунт допомагає активізувати природні процеси мінералізації органічної речовини та підвищує стійкість рослин до фітопатогенів.

Вплив ґрунтової мікробіоти на соняшник може бути негативним у випадках порушення рівноваги мікроагробіоценозу. Неконтрольоване використання хімічних засобів захисту рослин та добрив призводить до зниження кількості корисних мікроорганізмів, що може спричинити деградацію ґрунтів і зниження врожайності. Тому важливо забезпечити комплексний підхід до управління ґрунтовою родючістю з урахуванням мікробіологічних аспектів.

Ефективне управління ґрунтами, що передбачає використання біопрепаратів і мінімізацію хімічного втручання, може суттєво покращити стан ґрунтів і зберегти їхню продуктивність на тривалий час.

УДК 619:616.98-076:579.852:614.4

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ  
ЗНЕШКОДЖЕННЯ СПОР БАКТЕРІЙ РОДУ  
*BACILLUS* В ҐРУНТІ ЗА ДОПОМОГОЮ  
ДЕЗІНФЕКТАНТУ В КОМБІНАЦІЇ З ГЕРМІНАНТОМ**

**М. В. Безименний, О. А. Тарасов**

*Інститут ветеринарної медицини НААН  
вул. Донецька, 30; м. Київ, 03151, Україна  
e-mail: maksym.bezymennyi@gmail.com*

Сибірка — це зоонозне захворювання, збудником якого є *Bacillus anthracis*. У споровій формі цей мікроорганізм може зберігати життєздатність у ґрунті протягом десятиліть. З огляду на наявність численних старих сибіркових поховань у всіх областях України, проблема сибірки залишається актуальною. На відміну від спор, вегетативна форма збудника сибірки не є стійкою до умов навколишнього середовища та дезінфікувальних засобів. Гермінанти — речовини, що стимулюють процес проростання спор у вегетативну форму. Застосування гермінантів дає змогу надійно знешкодити спори *B. anthracis* у ґрунті без необхідності застосування високих концентрацій дезінфектантів, що знижує негативний вплив на екологію ґрунту.

Метою роботи було вивчення ефективності деконтамінації спор бактерій роду *Bacillus* в ґрунті за застосування комплексного дезінфекційного засобу в поєднанні з гермінантом.

Для дослідження було відібрано проби сірого лісового ґрунту (Київська обл.), гірського коричневого (Закарпатська обл.) та чорнозему (Полтавська обл.).

Для проведення досліджень використовували тестові мікроорганізми із музею ІВМ НААН: *B. cereus* ATCC10702 та *B. anthracis* UA07 (непатогенний вакцинний штам).

У наважку стерильного ґрунту вносили підготовлене розведення суспензії спор кожного штаму мікроорганізмів окремо

в кількості  $1,8 \cdot 10^7$  КУО/см<sup>3</sup> *B. cereus* ATCC10702,  $2,3 \cdot 10^7$  КУО/см<sup>3</sup> *B. anthracis* UA07.

Як гермінант використано водний розчин такого складу: інозин — 0,05 %; L-гістидин — 0,05 %; L-валін — 0,05 %; L-серин — 0,05 % та вода — до 100 %. Гермінант використовували у кількості 0,5 см<sup>3</sup> на 10,0 г субстрату за експозиції 2 години, після чого субстрат обробляли дезінфектантом: сумішшю 1 : 1 водних розчинів бензалконію хлориду (0,5 %) та дидецилдиметиламонію хлориду (0,5 %) у кількості 0,5 см<sup>3</sup> на 10 г субстрату за експозиції 12, 24 та 48 годин за температури 37 °С. Далі проби субстрату суспендували в фізіологічному розчині та після центрифугування (10 тис. обертів, 2 хв.) надосад у кількості 0,5 см<sup>3</sup> висівали на тверде живильне середовище серцево-мозковий агар (ВНІ agar, BioRad) для підрахунку колоній мікроорганізмів, що вирости та визначили середню концентрацію живих мікроорганізмів по кожній групі. Бактерицидну дію дезінфектанту визначали за зменшенням кількості мікроорганізмів від початкових значень, яке виражали в десяткових логарифмах.

Встановлено, що досліджені типи ґрунтів не мають значимого впливу на ступінь деконтамінації модельних мікроорганізмів за застосування запропонованого нами підходу.

Деконтамінація за 24 години експозиції забезпечила зменшення кількості життєздатних мікроорганізмів *B. cereus* ATCC10702 на  $5,95 \pm 0,18$  log в чорноземі, на  $6,02 \pm 0,23$  log — в сірому лісовому ґрунті, на  $6,15 \pm 0,2$  log — в коричневому гірському ґрунті. Щодо *B. anthracis* UA07, деконтамінація за 24 години експозиції забезпечила зменшення кількості життєздатних мікроорганізмів на  $5,85 \pm 0,3$  log в чорноземі, на  $5,88 \pm 0,47$  log — в лісовому сірому ґрунті, на  $6,10 \pm 0,16$  log — в коричневому гірському ґрунті.

УДК 614.9:636.2

## **ЗБУДНИКИ МАСТИТУ КОРІВ У ГОСПОДАРСТВАХ ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

**О. Б. Васильків**

*Тернопільська дослідна станція*

*Інституту ветеринарної медицини НААН*

*вул. Тролейбусна, 12; м. Тернопіль, 46027, Україна*

*e-mail: vasylkiv72@gmail.com*

Запалення молочної залози — мастит — спричиняють бактерії, віруси та гриби, а також травматичні пошкодження тканин вимені. Наявність мікроорганізмів, підвищений вміст лейкоцитів у секреті молочної залози та патологічні зміни в тканинах слугують маркерами захворювання. Мастит часто діагностують за клінічними показниками, кількістю соматичних клітин у молоці та бактеріологічним дослідженням. Саме виділення збудників, які спричиняють мастит, є важливою діагностичною ознакою та в подальшому виборі стратегії лікування й застосування профілактичних заходів. Метою цього дослідження було проведення ідентифікації збудників, які виділяються за клінічної й субклінічної форми запалення вимені в господарствах Тернопільської області за безприв'язного утримання корів.

Виділення стафілококів проводили на кров'яному агарі з 5 % натрію хлориду, стрептококів — на середовищі Гарро, кишкової палички — на Ендо, псевдомонад — на агарі з цетилперидинію хлоридом, гриби — на середовищі Сабуро. Після інкубації посівів проводили ідентифікацію збудників за загальноновизнаними у мікробіологічній практиці методами (Кухтин & Кравченко, 2023), використовуючи комерційні тест-системи для біохімічної ідентифікації мікроорганізмів API (bioMérieux, Франція).

Встановлено, що на сучасних молочних фермах за безприв'язного утримання корів субклінічною формою маститу переохворіли протягом року в середньому 21 % лактуючих корів у зимовий період та в середньому 17,6 % у літній період. Водночас клінічною формою маститу в лактаційний період хворіли від 1,5 % до 2,9 % корів.

Серед патогенів субклінічного маститу корів найчастіше ідентифікували в монокультурі *Streptococcus agalactiae*, який виділявся з третини хворих чверток. Дещо рідше в монокультурі збудником маститу був *Staphylococcus aureus*, який ідентифікували в  $31,4 \pm 2,7$  % чверток. Кількість хворих чверток вимені, з яких виділялися два збудники (*Str. agalactiae* й *Staph. aureus*), становила  $27,8 \pm 2,3$  %. Асоціація з трьох збудників (*Staph. aureus* + *Escherichia coli* + *Pseudomonas aeruginosa*) спричиняла субклінічний мастит у  $7,3 \pm 0,8$  % чверток вимені. Отже, з досліджень випливає, що за субклінічного маститу переважно ідентифікуються тривіальні збудники в монокультурі ( $64,9 \pm 5,3$  %) або в асоціації.

Основним патогеном клінічної форми маститу у господарствах був *Staph. aureus*, який ідентифікувався в монокультурі у  $35,8 \pm 3,1$  % хворих корів. Всього на 2 % рідше виділявся в монокультурі із запаленої молочної залози *E. coli* ( $33,9 \pm 2,8$  %). Змішану мікробіоту з трьох збудників (*Staph. aureus* + *E. coli* + *P. aeruginosa*) виділяли за клінічного маститу в  $22,6 \pm 1,9$  % випадків. Рідше (в  $7,7 \pm 0,6$  %) виділяли з чверток вимені хворих на клінічний мастит асоціацію з двох збудників (*Staph. aureus* + *P. aeruginosa*). Отже, збудниками клінічної форми маститу є ті ж патогени, що спричиняють субклінічний мастит, що необхідно враховувати у програмі профілактики цього захворювання.

Отже, враховуючи отримані результати, підсумовуємо, що знання про збудники маститу на конкретній фермі дозволить більш цілеспрямовано проводити протимаститні заходи, адже протимікробні препарати (для санації шкіри, лікування чи про-

філактики) більш ефективно будуть діяти у випадку розуміння механізму дії на конкретний вид бактерій.

УДК 541.49:546.732/3:547.496.2

## **БАКТЕРІЇ, ВИДІЛЕНІ З СОРИЗУ, ЯК ПРОДУЦЕНТИ НИЗЬКИ ПРОТЕОЛІТИЧНИХ ФЕРМЕНТІВ**

**О. В. Гудзенко, К. В. Авдіюк, М. В. Решетніков,  
Л. Д. Варбанець**

*Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного  
НАН України*

*вул. Академіка Заболотного, 154; м. Київ, 03143, Україна  
e-mail: alena.gudzenko81@gmail.com*

В останні роки увагу дослідників привертають штами, виділені з нової круп'яної культури сориз, яка поєднала в собі переваги рису і зернового сорго. Її використання може розв'язати питання насичення рисових сівозмін новими культурами на агрономічно й економічно обґрунтованому рівні, оскільки за сучасних умов, з огляду на постійне зростання цін на енергоносії, добрива, сільськогосподарську техніку та низькі закупівельні ціни на рис, раніше рекомендовані інтенсивні рисові сівозміни з високою часткою насичення рисом не можуть ефективно впливати на економіку господарств. Тому використання соризу допоможе розв'язати це питання.

Дослідження бактерій із соризу як продуцентів протеаз є актуальною та перспективною галуззю з кількох причин. По-перше, рослини є багатим джерелом мікроорганізмів, які продукують широкий спектр протеаз з різними властивостями, корисними для промислових та біотехнологічних застосувань. Крім того, оскільки вирощування соризу не потребує використання хімічних речовин, то одержані з них продуценти протеаз

є більш екологічно чистими й стійкими, як порівняти з іншими рослинами-продуцентами протеаз, які часто потребують використання хімічних речовин та енергоємних процесів.

Протеолітичні ферменти є найпоширенішим класом ензимів, які широко застосовуються у різних галузях промисловості. Ензимами з кератолітичною, еластазною, фібриногеназною дією привертають увагу дослідників завдяки їхній здатності розщеплювати різні білки. Продуценти протеаз виділяють з різних джерел рослин, тварин, мікроорганізмів. Проте найбільш ефективними продуцентами залишаються останні. Тому метою цієї роботи було дослідження здатності бактерій, виділених із соризи, розщеплювати такі субстрати, як казеїн, кератин, фібрин, фібриноген та еластин.

Показано, що 10 з 13 досліджених штамів *Bacillus* sp. синтезували кератиназу, рівень якої коливався від 3–5 од./мл (культури 1, 2, 3, 5, 11, 13) до 14 од./мл (культура 9). Усі культури, які виявляли кератиназну активність, також синтезували і дисульфід редуктазу (DSRA). Показники DSRA відрізнялися. Найвищою вона була у культури 10 (52 мкмоль/хв.), а найнижчою — у культур 2 і 4 (17 мкмоль/хв.). Рівень загальної протеолітичної (казеїнолітичної) активності був дуже низьким, лише 9, 10 і 12-та культури виявляли 0,013–0,015 од./мл активності. Еластазну активність на рівні від 5,2 до 20,3 од./мл проявили 12 культур. Найвищі її показники відзначали для культур 4 (20,3 од./мл), 11 (18,8 од./мл), 1 (17,3 од./мл) і 7 (13,02 од./мл). Дещо нижчу активність проявили бактерії 5 і 12 (9,6 од./мл), 9 (8,8 од./мл), 3 (8,59 од./мл), 2 (8,33 од./мл), 8 (7,29 од./мл), 10 (5,72 од./мл) та 6 (5,2 од./мл).

Фібриногенолітична активність виявлена у 10 культур. Найвищою активність була у культури 8 (15 од./мл), дещо менша — у культур 5 (10,66 од./мл), 6 (9,33 од./мл), 11 (8,5 од./мл) та 7 (6,66 од./мл). Незначну активність відзначали у бактерій 3 (3,66 од./мл), 1 (2,16 од./мл), 9 (1,33 од./мл), 2 (1,16 од./мл) та

4 (0,83 од./мл). В умовах експерименту лише 10, 12 та 13-та культури не проявили фібриногенолітичної активності.

Найбільш перспективними для подальших досліджень є штами 4, 11 та 1 як продуценти еластази, а також 8, 5, 6 та 11 — як продуценти фібриногеназ.

Отже, низка представників *Bacillus*, виділених із сорису, за своїми каталітичними властивостями, можуть бути перспективними для подальших досліджень як продуценти ферментів із протеолітичною активністю.

УДК 63.632.4/631

## **ВПЛИВ ФУНГІСТАЗИСУ ҐРУНТУ НА РОЗВИТОК ХВОРОБ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ ТА ЇХНІХ ЗБУДНИКІВ**

**Н. М. Запольська, К. М. Шендрик**

*Інститут біоенергетичних культур  
і цукрових буряків НААН*

*вулиця Клінічна, 25; м. Київ, 03110, Україна*

*e-mail: zapolska\_katerina@i.ua*

У бурякових агроценозах під впливом корневих виділень формуються специфічні комплекси шкідливої мікобіоти, більшість видів якої є збудниками хвороб, токсиноутворювальними, що зі свого боку впливає не тільки на розвиток хвороб, а й родючість ґрунтів, коригуючи їхні фунгістатичні властивості.

На сьогодні регулювання ґрунтового фунгістазису належить до напрямів захисту рослин проти хвороб кореневої системи, збудники яких передаються через ґрунт.

Нами проаналізовано фунгістатичні властивості ґрунтів, що відбирали у бурякових сівозмінах на дослідних станціях, розміщених у різних агроекологічних зонах.

Встановлено, що фунгістатичні властивості ґрунти мали в усіх зонах, проте у різному ступені. Сильніше фунгістатичними властивостями характеризувався ґрунт, відібраний у зоні недостатнього зволоження (Веселоподільська ДСС, Полтавська область) — 16,5 % відносно усіх представлених видів грибів, як порівняти з контролем та ґрунтом зони нестійкого зволоження (Білоцерківська ДСС, Київська обл.), — 21,0 %

У ґрунті, що мав низькі фунгістатичні властивості (БЦДСС), відзначалася більша кількість пророслих конідій — 15,9–25,6 %. Чітко виражені фунгістатичні властивості мав ґрунт Веселоподільської ДСС, де кількість пророслих конідій була найменшою — 14,2–18,7 %. Варто зазначити, що і розвиток хвороб коренеплодів тут також був меншим.

В усіх ґрунтах відзначено слабкіше проростання спор тест-об'єкта — гриба *Gliocladium* spp. — 14,2–15,9 %. Ґрунт БЦДСС мав низькі фунгістатичні властивості до грибів роду *Fusarium* spp., проте проростання спор, як порівняти з контролем, знижувалася на 9,6 %. На ВПДСС цей показник становив 15,2 % відповідно, тобто фузарії інтенсивніше подавлялися ґрунтом, що відбирався у зоні ВПДСС.

Сильнішими фунгістатичними властивостями характеризувався ґрунт, що відбирали у агроценозах зони діяльності ВПДСС (44,9 %), ураженість коренеплодів хворобами тут також була слабкішою і коливалася від 6,3 % до 7,8 %.

Розвиток хвороб коренеплодів у зоні нестійкого зволоження (БЦДСС) коливався від 10,1 % до 17,3 %, фунгістазис ґрунту щодо збудників гнилей становив близько 31,6 %.

Якщо порівнювати фунгістатичні властивості ґрунтів різних агроекологічних зон, можна зазначити, що на Білоцерківській ДСС ґрунт мав фунгістатичні властивості слабкіші в 1,4 раза, ніж на Веселоподільській станції.

У різних типах ґрунтів, які відрізняються за своїми фізико-хімічними і біологічними властивостями, швидкість росту одних і тих самих видів грибів можуть істотно різнитися.

Відомо, що відносна чутливість міцелію ґрунтових грибів до фунгістазису значно менша, ніж у спор.

Варто відзначити більш інтенсивний ріст колоній грибів-збудників хвороб коренеплодів цукрових буряків у ґрунті, відібраному на Веселоподільській дослідно-селекційній станції, ніж у ґрунті Білоцерківської ДСС. Ґрунт Веселоподільської дослідно-селекційної станції гальмував ріст міцелію грибів у середньому на 26 %. Водночас гальмування росту міцелію ґрунтом Білоцерківської ДСС було меншим у 1,4 раза відповідно.

Отже, фунгістазис ґрунту впливає на розвиток хвороб цукрових буряків та їхніх збудників. Сильнішими фунгістатичними властивостями характеризувався ґрунт Веселоподільської дослідно-селекційної станції (44,9 %), у меншій мірі Білоцерківської ДСС (31,6 %), що зі свого боку позначилося на ураженні коренеплодів хворобами — 7,1 % та 13,9 % відповідно.

УДК 579.64:631.461(047.31)

## **МІКОРИЗНИЙ СИМБІОЗ У ЗАПОБІГАННІ ВИНИКНЕННЮ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ В АГРОЦЕНОЗАХ**

**Н. В. Карачинська, А. М. Ліщук, І. В. Безноско**

*Інститут агроекології і природокористування НААН  
вул. Метрологічна, 12; м. Київ, 03143, Україна  
e-mail: karachinskan051177@gmail.com*

Зменшення біорізноманіття ґрунтових мікроорганізмів в агроценозах зумовлює виникнення в них екологічних ризиків. Ґрунтова мікробіота виконує важливі функції в агроценозах, такі як деструкція органічної речовини, колообіг поживних речовин, формування структури ґрунту та підтримання фітосанітарного стану фітоценозу. Відомо, що мікоризні гриби можуть

формувати мікроекосистеми, які підтримують біорізноманіття ґрунтових організмів та підвищують стійкість екосистем до стресових факторів, таких як посуха або зараження патогенами. Якщо мікоризні гриби не розподіляються рівномірно в екосистемі, то деякі рослини можуть не отримувати достатньої симбіотичної підтримки, що знижує їхню стійкість до хвороб, шкідників та інших стресових факторів (van der Heijden et al., 2008). Встановлено, що мікоризні гриби покращують фізичну структуру кореневої системи рослин завдяки гіфовій мережі, стимулюють імунну систему рослин та сприяють індукції системної стійкості рослин, що забезпечує швидку та ефективну захисну реакцію рослини відносно вторгнення патогенних мікроорганізмів (Dreischhoff et al., 2020).

Мікоризні гриби займають екологічну нішу у ризосфері рослин та пригнічують ріст патогенних мікроорганізмів у кореневій зоні (Tahat et al., 2020). Завдяки конкурентній здатності вони можуть запобігати заселенню кореневої системи фітопатогенними мікроорганізмами. Встановлено, що *Glomus mosseae* запобігає зараженню сої шляхом зменшення кількості збудника *Pseudomonas syringae* (Miransari, 2011). Водночас під час дослідження зараження томатів нематодами (Vos et al., 2013) доведено, що арбускулярна мікориза може підвищувати стійкість рослин до шкідливих організмів. Проте за високих рівнів зараження мікоризи нематодами, цей ефект інгібується і не може істотно зменшити пошкодження.

Отже, мікоризний симбіоз відіграє важливу роль у підвищенні адаптаційної спроможності та стресостійкості культурних рослин і таким чином сприяє мінімізації екологічних ризиків, які виникають в агроценозах через зменшення біорізноманіття ґрунтових мікроорганізмів. Зазначена проблема набирає актуальності та потребує подальших досліджень за врахування антропогенного впливу через застосування хімічних добрив і пестицидів в агрофітоценозах. Вивчення мікоризних асоціацій

в умовах антропогенного навантаження сприятиме розробці ефективних стратегій догляду за фітоценозом та зниженню екологічних ризиків у сільському господарстві.

УДК 579.266:631.461.7

## **ГРУНТОВІ ШТАМИ СТРЕПТОМІЦЕТІВ ЯК ПРОДУЦЕНТИ АМІЛОЛІТИЧНИХ ФЕРМЕНТІВ**

**О. С. Кармазіна, В. О. Тараненко, К. В. Лаврентьєва,  
Т. В. Скляр**

*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара  
просп. Науки, 72; м. Дніпро, 49045, Україна  
e-mail: biomedgurt@gmail.com*

Амілолітичні ферменти мікробного походження останнім часом привертають увагу дослідників внаслідок їх широкого практичного використання в біотехнологічних виробництвах: харчових, бродильних, текстильних, хімічних тощо. Одними з найактивніших продуцентів цієї групи гідролаз, поряд із пліснявами та бацилами, є стрептоміцети.

Мета роботи полягала у дослідженні здатності двох ґрунтових штамів стрептоміцетів *Streptomyces* sp. 31 та *Streptomyces* sp. 35 до гідролізу крохмалю.

У роботі використовували споровий інокулят ( $1,2 \cdot 10^9$  спор/мл) штамів *Streptomyces* sp. 31 та sp. 35, вирощених на агаризованому середовищі Гаузе (GAU) № 1. Приготованою споровою суспензією стрептоміцетів у кількості 0,05 мл засівали культуральне середовище GAU із різними концентраціями (0,5 %; 1,0 %; 1,5 % і 2,0 %) крохмалю як єдиного джерела вуглецю, попередньо розлите у чашки Петрі. Посіви інкубували протягом 7 діб за температури 28 °С. Здатність до гідролізу

крохмалю у стрептоміцетів виявляли за допомогою 1,0 %-го розчину Люголя, розпилюючи його на колонії, що вирости. Утворення світлих ореолів (зон гідролізу крохмалю) навколо колоній підтверджувало наявність амілолітичної властивості у дослідних культур стрептоміцетів. Здатність до гідролізу крохмалю (GS) виражали через відношення діаметра зони гідролізу до діаметра колонії.

При збільшенні концентрації крохмалю в середовищі діаметр зони гідролізу навколо колоній штамів прямопропорційно збільшувався. Так, якщо за концентрації в середовищі крохмалю 0,5 % показники GS для штамів *Streptomyces* sp. 31 і *Streptomyces* sp. 35 становили  $3,70 \pm 0,17$  та  $1,43 \pm 0,12$ , то за концентрації 2,0 % — вже  $9,17 \pm 0,88$  і  $1,93 \pm 0,18$ , відповідно. З отриманих результатів також видно, що за будь-якої кількості крохмалю в середовищі здатність до його гідролізу була значно вищою у *Streptomyces* sp. 31, ніж у *Streptomyces* sp. 35.

Отже, штам *Streptomyces* sp. 31 можна вважати перспективним для отримання препаратів амілолітичних ферментів.

УДК 631.445.41:631.461

**ЦЕЛЮЛОЗОРУЙНІВНА ДІЯЛЬНІСТЬ  
МІКРООРГАНІЗМІВ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО  
ПРИ ВИРОЩУВАННІ СУНИЦІ САДОВОЇ  
ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ**

**Н. І. Ковалжи<sup>1</sup>, С. В. Рєзнік<sup>2</sup>, Д. В. Гавва<sup>2</sup>, К. Б. Новосад<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Відокремлений структурний підрозділ  
«Житлово-комунальний фаховий коледж  
Харківського національного університету міського  
господарства імені О. М. Бекетова»  
вул. Шевченка, 233А; м. Харків, 61033, Україна*

*<sup>2</sup>Державний біотехнологічний університет  
п/в «Докучаєвське-2», Харківський р-н, Харківська обл.,  
62483, Україна*

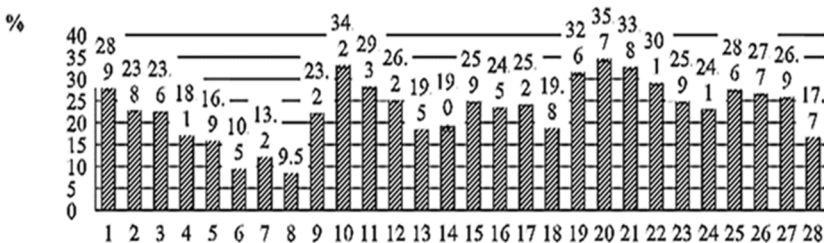
*e-mail: kovalzhy.n.i@gmail.com*

У забезпеченні активного фізіологічного стану рослин важливу роль відіграє процес фотосинтезу, на який впливає двоокис вуглецю, що вивільняється при розкладанні органічної речовини ґрунту целюлозоруйнівними бактеріями. Для підвищення продуктивності рослин обґрунтованим є дослідження цієї групи мікроорганізмів ґрунту (Дацько, 2023).

Об'єкт досліджень — чорнозем типовий важкосуглинковий на лесі. Варіантами дослідження були обрані ділянки під природним фітоценозом (переліг з 1946 року), ділянка за традиційною системою обробітку (кукурудза, рілля більше ніж 100 років) на глибинах від 0 до 40 см та варіанти вирощування суниці садової під краплинним зрошенням за різних систем удобрення з глибин — верхній шар (гребінь) й глибше до 50 см: I ділянка — суниця без удобрення; II ділянка — суниця за мінеральною системою удобрення; III ділянка — суниця за органо-мінеральною системою удобрення; IV ділянка — суниця за

органічної системи удобрення; V ділянка — капуста за умов зрошення. Для удобрення використовували нітроаммофоску  $N_{16}P_{16}K_{16}$  з розрахунку 400 кг/га та напівперепрілий гній, 50 т/га. Зрошувана вода: 3 клас — непридатна для зрошення за вмістом заліза.

Використовували аплікаційний метод визначення біологічної активності ґрунту (Волкогон, 2010). За досліджуваними варіантами найвищий показник руйнування бавовняної тканини мав варіант суниці садової за орґано-мінеральною системою удобрення на всіх глибинах, що за інтенсивністю розкладання мають середній показник (30–50 %) (рис.). Варіанти суниці садової за мінеральної, орґанічної систем удобрення, без добрив і під перелогом та кукурудзою мали оцінку інтенсивності розкладання клітковини в межах слабкої (10–30 %). Вирізняється варіант кукурудзи у шарі 30–40 см, що оцінюється як дуже слабка інтенсивність процесів розкладання (< 10 %). Такі результати свідчать про достатню зволоженість досліджуваних варіантів під зрошенням й некошеного перелогу та наявності орґанічної речовини, що підвищує мікробіологічну активність.



*Рис. Ступінь розкладання бавовняної тканини в чорноземі типовому глибокому під різним рослинним покривом.*

УДК [631.445.41:631.461]:631.8(477)

## **ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МІКРОБІОТИ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО В УМОВАХ ІНТЕНСИВНОГО ВИРОЩУВАННЯ СУНИЦІ САДОВОЇ**

**Н. І. Ковалжи, С. С. Переходович, О. О. Гречко**

*Відокремлений структурний підрозділ  
«Житлово-комунальний фаховий коледж  
Харківського національного університету міського  
господарства імені О. М. Бекетова»  
вул. Шевченка, 233А; м. Харків, 61033, Україна  
e-mail: kovalzhy.n.i@gmail.com*

У сучасних екологічних дослідженнях представники мезофауни є зручним і чутливим індикатором різноманітних змін властивостей ґрунту (Бедункова, 2024).

Об'єкт досліджень — чорнозем типовий важкосуглинковий на лесі. Варіанти дослідження: ділянка під природним фітоценозом (переліг), за традиційною системою обробітку (під кукурудзою), суниця без удобрення; суниця за мінеральною системою удобрення; суниця за органо-мінеральною системою удобрення; суниця за органічної системи удобрення. У досліді для удобрення використовували нітроамофоску  $N_{16}P_{16}K_{16}$  та напівперепрілий гній. Полив здійснювали за потребою для забезпечення постійної вологості ґрунту в межах 75 %, яку вимірювали польовим вологоміром. Технологією системи вирощування передбачено застосування хімічних засобів захисту рослин проти шкідливих організмів та некореневого підживлення у фазу цвітіння. Зрошувана вода: 3 клас — непридатна для зрошення за вмістом заліза.

Для визначення показника біогенності розраховували суму кількості КУО (колонієутворювальних осередків) мікроорганізмів.

мів: оліготрофи, ті, що розкладають органічні форми азоту, й ті, що асимілюють мінеральні форми азоту.

Порівнюючи цей показник за варіантами дослідження: осінь 2019, що є роком першого закладення досліду та 2020 року, отримано такі дані: найвищими показниками біогенності ґрунту у шарі 0–10 см характеризується варіант перелогу (16,4 млн КУО/г у 2019 році) (табл.) й варіант суниці за органічним удобренням та без удобрення (8,7 та 7,8 млн КУО/г у 2019 році відповідно) (табл.); дещо меншими показниками біогенності вирізняються варіанти кукурудзи, суниці за органомінеральною та мінеральною системами удобрення за зниженням кількості КУО/г у 2019 році. Осінь 2020 року показала мікробіологічний показник, що явно спадає, за всіма варіантами

*Таблиця. Біогенність ґрунту залежно від фітоценозів та кліматичних особливостей*

Рік дослідження	Глибина, см	Варіанти дослідження					
		переліг	кукурудза	суниця без добрив	суниця О/Д 50 т	суниця О 50 т/ М 400 кг	суниця М40
Осінь 2019	гребінь			7,5	22,1	16,0	15,1
	0–10	16,4	5,9	7,8	8,7	5,2	4,9
	10–20	4,5	5,8	4,8	5,9	5,6	6,1
	20–30	3,2	4,8	3,4	5,3	6,3	6,9
	30–40	0,5	1,7	1,4	1,0	0,5	1,1
Осінь 2020	гребінь			2,2	5,1	2,0	3,0
	0–10	2,4	4,2	2,7	3,7	4,0	2,6
	10–20	2,0	2,9	3,5	2,3	3,7	3,0
	20–30	0,6	0,5	0,6	0,5	0,7	0,6
	30–40	0,3	0,3	0,6	0,3	0,5	0,7

дослідження, що стало причиною впливу зрошуваних вод та аридними кліматичним умовам протягом усього вегетаційного періоду.

У дослідженні виявлено негативний вплив зрошувальної води на показник мікробіологічної активності чорнозему.

УДК 631.427.2:631.445.2:631.8

## **ЗМІНА БІОЛОГІЧНОЇ АКТИВНОСТІ ЯСНО-СІРОГО ЛІСОВОГО ПОВЕРХНЕВО ОГЛЕСНОГО ҐРУНТУ ЗА ТРИВАЛОГО АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ**

**Ю. М. Оліфір, Т. В. Партика, О. С. Гавришко,  
Б. Р. Романюк**

*Інститут сільського господарства Карпатського  
регіону НААН  
вул. Грушевського, 5; с. Оброшине, Львівський р-н,  
Львівська обл., 81115, Україна  
e-mail: olifir.yura@gmail.com*

Важливим діагностичним показником змін родючості ґрунту є його біологічна активність. Мікроорганізми забезпечують колообіг речовин в біогеоценозах, замикаючи цим біологічні цикли екосистеми. Особливо чутливо мікроорганізми реагують на зміни, що відбуваються у ґрунті в процесі його сільськогосподарського використання, а тому можуть слугувати екологічними індикаторами цих змін.

Об'єктивну інформацію про стан і зміни агроекосистеми та окремих її компонентів під впливом різних антропогенних навантажень можна отримати лише у тривалих стаціонарних дослідках. Одним із них є довготривалий стаціонарний дослід Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН,

закладений у 1965 р. на кислому ясно-сірому лісовому поверхнево оглеєному ґрунті з різними дозами і співвідношеннями мінеральних добрив, гною і вапна.

Біологічну активність ґрунту вивчали за розкладом желатинового шару рентгенівської плівки та методом аплікації. Видові особливості мікроорганізмів вивчали на живильному агарі, середовищі ЕНДО та середовищі Сабуро.

Проведеними дослідженнями встановлено, що чисельність мікроорганізмів залежить від застосованих систем удобрення та вапнування. Найбільша кількість бактерій-аеробів в 1 г ґрунту (так зване мікробне число), з якими пов'язані процеси виділення діоксиду вуглецю, у варіанті сумісного внесення мінеральних і органічних добрив на фоні вапнування складає  $3,4 \cdot 10^{10}$  КУО/г. Найменшу кількість бактерій-аеробів —  $2,8 \cdot 10^7$  КУО/г відзначено у контролі без добрив та варіанті з мінеральною системою удобрення. Внесення гною та вапна особливо сприятливо впливає на сапрофітну мікробіоту, підвищуючи кількість бактерій у 2–4 рази, як порівняти з контролем без добрив та варіантом мінеральної системи удобрення. Це пов'язано насамперед із підвищенням врожайності вирощуваних культур і, як наслідок, значно більшою кількістю органічних решток за умови зниження кислотності ґрунтового розчину.

У варіантах контролю без добрив та мінерального удобрення спостерігається найбільша кількість плісневих грибів (17–18 тис. КУО/г ґрунту). У варіантах органо-мінерального та мінерального удобрення на фоні вапнування кількість мікроміцетів знижується до 9–10 тис. КУО/г ґрунту.

Очевидно, незадовільні фізико-хімічні властивості ґрунту варіантів мінерального удобрення та контролю зумовлені низьким значенням  $pH_{KCl}$  (4,1–4,3), високим вмістом сполук рухомого алюмінію (60–118 мг/кг ґрунту), дефіцитом кальцію (18–20 мг/кг ґрунту), несприятливим груповим складом гумусу (співвідношення  $C_{TK}/C_{FK} = 0,64$ ) і не тільки негативно впливають

на кореневу систему рослин, сповільнюючи її ріст і розвиток, але й на біологічні властивості.

Отже, органо-мінеральна система удобрення з внесенням 10 т/га сівозмінної площі гною, мінеральних добрив у дозі  $N_{65}P_{68}K_{68}$  на фоні вапнування 1,0 н  $CaCO_3$  у найбільшій мірі забезпечує умови раціонального використання, збереження родючості й агроекологічної стабільності ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту, сприяючи найбільшою мірою зростанню загальної біологічної активності. Довготривале застосування лише мінеральних добрив на низько буферних кислих ясно-сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтах знижує біологічну активність та чисельність мікроорганізмів у ґрунті до рівня контролю без добрив та сприяє зростанню грибної мікробіоти.

УДК 519+[631.445.41:631.46]

## **КОРЕЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ БІОЛОГІЧНОЇ АКТИВНОСТІ ЧОРНОЗЕМІВ ТИПОВИХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

**С. В. Рєзнік**

*Державний біотехнологічний університет  
вул. Алчевських, 44; м. Харків, 61002, Україна  
e-mail: serhey021@gmail.com*

Важливим завданням математичного аналізу результатів лабораторних досліджень є пошук кореляційних зв'язків. Кореляційний зв'язок — це зв'язок між ознаками досліджуваних явищ, за якого на величину результативної ознаки, крім факторної, впливають багато інших ознак, що діють у різних напрямках одночасно або послідовно. На відміну від інших методів,

цей вид аналізу допомагає у пошуку взаємозв'язків між різнорідними показниками родючості ґрунту.

Досліджували чорноземи типові глибокі середньогумусні середньосуглинкові на лесі Лівобережжя Лісостепу України у межах Зіньківського району Полтавської обл. Для досліджень обрано такі об'єкти: органічна система землеробства (сидерат), органічна система землеробства (компост), інтенсивна система землеробства (мінеральні добрива), перелогова ділянка, що не оброблялася понад 30 років. Відбір зразків (0–10, 10–20, 20–30, 30–40 см) проводили у першій декаді травня, серпня та листопада протягом 2018–2020 років. Зразки ґрунту досліджено на чисельність мезофауни (*Collembola*, *Oribatida*), чисельність мікроскопічних грибів, актиноміцетів, амілолітичних, амоніфікувальних, олігонітрофільних, олігокарбофільних і гуматрозкладальних мікроорганізмів і активність ферментів каталази, інвертази, уреаз, дегідрогенази, протеази й целюлази. Аналізи проведено стандартизованими методами у трьохкратній повторності. Об'єктами статистичного аналізу були 540 первинних змінних, що характеризують 180 індивідуальних зразків ґрунту.

Мета роботи полягала у визначенні особливостей формування мікробіоценозу чорноземних ґрунтів за умов біологізації землеробства, математичному обґрунтуванні біодіагностичних показників, які дозволять розкрити характерні риси ґрунтогенезу в агроценозах на сучасному етапі еволюції чорноземних ґрунтів.

З розвитком технологій і обчислювальних машин все активніше застосовуються математико-статистичні методи для обробки отриманих даних і для моделювання складних систем, зокрема процесів ґрунтоутворення за участю ґрунтової біоти, а також спроби прогнозування їхнього розвитку.

Дослідження кореляційних зв'язків (рис.) різних показників біологічної активності чорноземів типових свідчить про слабку кореляцію чисельності ногохвісток з угрупованнями мікроорганізмів. Разом із тим зафіксовано значний кореляційний зв'язок

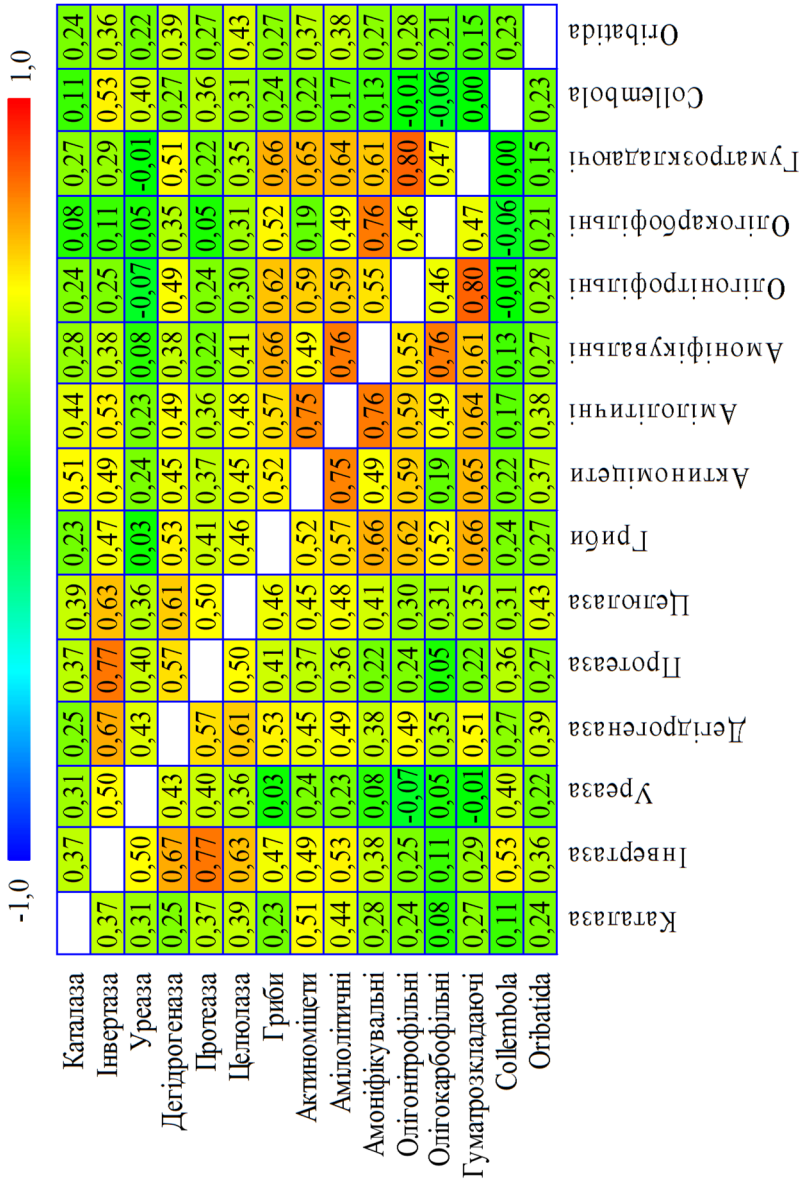


Рис. Кореляційна матриця показників біологічної активності чорноземів типових.

чисельності колембол з активністю інвертази  $r = 0,53$  і помірний з активністю уреазы (0,40), протеазы (0,36), целюлази (0,31). Проте варто відзначити певний взаємозв'язок орибатид із чисельністю актиноміцетів і амілолітичної мікробіоти  $r = 0,38$ , а також помірний кореляційний зв'язок із активністю целюлази  $r = 0,43$ , і дещо слабший — дегідрогенази (0,39) й інвертази (0,36). Це свідчить про їхню активну й безпосередню участь у подрібненні й розкладанні рослинних решток.

Також варто відзначити істотні кореляційні зв'язки чисельності окремих еколого-трофічних груп мікроорганізмів із активністю деяких ферментів, зокрема: грибів з активністю целюлази (0,46), дегідрогенази (0,53) й інвертази (0,47); актиноміцетів і амілолітичних мікроорганізмів — каталази, інвертази, дегідрогенази, целюлази; олігонітрофільних мікроорганізмів — дегідрогенази (0,49).

Отже, за результатами кореляційного аналізу виявлено, що мікроартроподи беруть участь у розкладанні рослинних решток і тим самим підвищують ферментативну активність ґрунту. Також констатуємо, що актиноміцети й гриби є активними деструкторами з потужним ферментативним апаратом. Також можемо зробити припущення, що ногохвістки більшою мірою розкладають свіжі рослинні рештки, які легше перетравлюються, або копроліти. Тоді як панцирні кліщі надають перевагу більш жорстким решткам з меншим вмістом азоту, а також сприяють поширенню мікроорганізмів, які розкладають целюлозу й асимілюють мінеральні форми азоту.

UDC 579.2

## **ANTIMICROBIAL ACTIVITIES OF NOVEL HETEROCYCLIC DERIVATIVES**

**Abdel Mohsen M. Soliman**

*Therapeutic Chemistry Department, National Research Centre  
33 El-Behouth St., Dokki, Giza, 12622, Egypt  
e-mail: amsolimannrc@gmail.com*

The new Quinoxaline analogs were synthesis. Quinoxaline Dione 2 was obtained by cyclization reactions of diaminophenyl derivative 1 with oxalic acid dihydrate. Quinoxaline derivative 3 was synthesis by reaction with hydrazine hydrate a series of novel Quinoxaline derivatives 4a,b, 5a-c, 6a,b,7a-c were synthesized with various reagents. Novel synthesized 1, 3, 4a,b, 5a-c, 6a,b,7a-c compounds were tested for their antiproliferative potential in vitro towards different human cell lines, including: breast (MCF7) and colon (HCT116) cancer cell lines. Results indicated that compounds 5b, 5c and 7a were the most potent against tested cancer cell lines.

Moreover, compounds 4b, 6a and 7c indicated valuable antimicrobial activity against all the pathogenic tested microorganisms. Furthermore, the dynamic nature, binding interaction, and protein–ligand stability were explored through molecular dynamics (MD) simulation study.

УДК 579.64:581.557+582.28:633.34

## **РІСТСТИМУЛЮВАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ ГРИБА *PENICILLIUM FUNICULOSUM* 2221 ТА ЙОГО ВПЛИВ НА РОЗВИТОК РОСЛИН СОЇ**

**О. О. Шаховніна, Б. А. Мельник**

*Інститут сільськогосподарської мікробіології  
та агропромислового виробництва НААН  
вул. Шевченка, 97; м. Чернігів, 14030, Україна  
e-mail: helenshah@ukr.net*

Гриби роду *Penicillium* Link:Fr колонізують внутрішні тканини коренів сої, про що свідчать як дані зарубіжних дослідників (Pimentel et al., 2006; Zuhria et al., 2016), так і одержані нами результати (Копилов зі співавт., 2022). За впливом на рослини сої найбільш описаними серед пеніцилів-ендофітів є представники виду *Penicillium funiculosum* (Khan et al., 2011, Khan, Lee, 2013, Yurieva et al., 2018, Bilal et al., 2019). Дослідниками показано здатність ендоефітів *P. funiculosum* пом'якшувати стрес, спричинений засоленням ґрунтів або їх забрудненням важкими металами, синтезувати фітогормональні речовини, що зумовлює позитивний вплив гриба на ростові характеристики рослин, розчиняти трикальцій фосфат, що може поліпшувати фосфорне живлення сої.

З відмитих і поверхнево стерилізованих етанолом (70 %) коренів сої сорту Легенда нами ізольовано гриб, морфолого-культуральні ознаки якого дали змогу встановити його належність до виду *P. funiculosum*.

Фітотоксичні й рістстимулювальні властивості нового штаму вивчали у лабораторному досліді за методом Берестецького (рис.). Для одержання культуральної рідини гриб вирощували упродовж 10 діб за температури 26 °С на рідкому середовищі такого складу (г або мл на 1000 мл дистильованої води): глюкоза — 20; соєве борошно — 12; дріжджовий автолізат — 3;

ISBN 978-617-7570-78-2

кукурудзяний екстракт — 3;  $K_2HPO_4$  — 0,3;  $CaCO_3$  — 4,5. Отриману культуральну рідину відфільтрували від міцелію і спор через стерильні паперові фільтри і зберігали за температури 5 °С.



Рис. Вплив культуральної рідини *P. funiculosum* 2221 та її розведень на довжину корінців проростків кукурудзи (лабораторний дослід).

Результати лабораторного дослідю засвідчили, що нативна культуральна рідина *P. funiculosum* 2221 пригнічує розвиток корінців кукурудзи на 17,5 % проти контролю (води). Водночас розведення культуральної рідини 1:100, 1:500, 1:1000 забезпечують приріст корінців на 15,8 %, 16,9 % та 12,3 % відповідно. Отже, досліджуваний гриб характеризується рістстимулювальними властивостями.

Вивчення впливу *P. funiculosum* 2221 на рослини сої сорту Арніка проводили за умов вегетаційного дослідю. Посудини місткістю 1,5 л наповнювали дерново-середньопідзолистим пілувато-супіщаним ґрунтом, відібраним на ділянці зі сформованою місцевою популяцією бульбочкових бактерій. Для одержання спор гриб вирощували на сушловому агарі упродовж 7 дб за температури 26 °С. За дві години до висіву в ґрунт насіння обробляли суспензією спор із розрахунку 1,5 % від його

маси). Інокуляційне навантаження становило  $1 \cdot 10^5$  спор на одну насінину. У контрольному варіанті насіння змочували водогінною водою (1,5 % від його маси). Ростові й симбіотичні показники рослин сої визначали у фазу цвітіння рослин.

Показано, що передпосівна обробка насіння спорами гриба *P. funiculosum* 2221, виділеного з гітосфери сої, позитивно вплинула на ростові та симбіотичні показники рослин. Так, їхня висота збільшувалася на 12,2 %, маса сухої речовини у надземній частині — на 8,7 %, маса сухої речовини коренів — на 10,5 %, маса бульбочок та їхня нітрогеназна активність підвищувалися відповідно на 12,0 % і 25,2 % проти контролю.

УДК 579.64:581.557+582.28:633.34

## **ВПЛИВ ГРИБА *TRICHODERMA* SP. 2227, ВИДІЛЕНОГО З ГІТОСФЕРИ СОЇ, НА РОСТОВІ ПОКАЗНИКИ РОСЛИН**

**О. О. Шаховніна, В. В. Тарасов**

*Інститут сільськогосподарської мікробіології  
та агропромислового виробництва НААН  
вул. Шевченка, 97; м. Чернігів, 14030, Україна  
e-mail: helenshah@ukr.net*

Гриби роду *Trichoderma* широко відомі й описані у багатьох роботах передусім як агенти біоконтролю фітопатогенів. Відомо, що представники різних видів *Trichoderma* є ефективними проти таких шкодочинних патогенів сої, як *Sclerotium rolfsii* (Zuhria et al., 2016), *Fusarium virguliforme* (Pimentel et al., 2020), *Macrophomina phaseolina* (Larran et al., 2023), *Sclerotinia sclerotiorum* (Macena et al., 2019). Потужним механізмом біоконтролю з боку *Trichoderma* spp. є мікопаразитизм, гриби цього

роду здатні секретувати хітинази, деградувати клітинну стінку інших грибів та лізувати вміст їхніх клітин (Harman et al., 2004).

Проте для ефективного використання в сільському господарстві важливими є не тільки антагоністичні властивості штаму, але і його позитивний вплив на рослини. Дані літератури свідчать, що використання грибів роду *Trichoderma* для обробки насіння сої сприяло збільшенню маси пагонів та коренів, а також істотному підвищенню кількості та маси бульбочок проти контролю (Senger et al., 2022).

Вплив *Trichoderma* sp. 2227 на ростові показники рослин сої сорту Арніка вивчали за умов вегетаційного дослідю, який проводили у вегетаційному будиночку на дерново-середньопідзолистому пилувато-супіщаному ґрунті. Вологість ґрунту підтримували на рівні 60 % від повної вологості. Повторність дослідю п'ятиразова. З метою одержання спор *Trichoderma* sp. 2227 для передпосівної обробки насіння гриб вирощували на суловому агарі упродовж 7 діб за температури 26 °С. Насіння обробляли суспензією спор із розрахунку 1,5 % від його маси. Інокуляційне навантаження становило  $1 \cdot 10^5$  спор на одну насінину. Облік всіх показників проводили на 30-ту добу дослідю, під час фази бутонізації рослин сої.

Одним із важливих показників, який характеризує ріст і розвиток рослин, є поглинальна (або вбирна) здатність кореневої системи. Цей показник залежить від довжини, фізіологічної активності коренів і визначається як співвідношення діяльної до загальної площі адсорбційної поверхні коренів. Продуктивніші рослини формують більшу загальну поверхню коренів, яка має більшу діяльну поверхню.

Площу адсорбційної поверхні (загальну, діяльну і недіяльну) визначали за методом Сабініна і Колосова. Встановлено, що за передпосівної обробки насіння сої спорами *Trichoderma* sp. 2227 загальна площа адсорбційної поверхні підвищувалася на 9,3 % проти контролю (рис.). Варто зазначити, що

підвищення загальної адсорбційної поверхні відбувалося за рахунок діяльної поверхні, яка збільшилася на 22,0 %, тоді як площа недіяльної поверхні залишилася без змін (рис.). Отже, за дії *Trichoderma* sp. 2227 вбирна здатність кореневої системи рослин сої підвищилася з 0,42 до 0,47, що засвідчує позитивний вплив гриба на рослини.

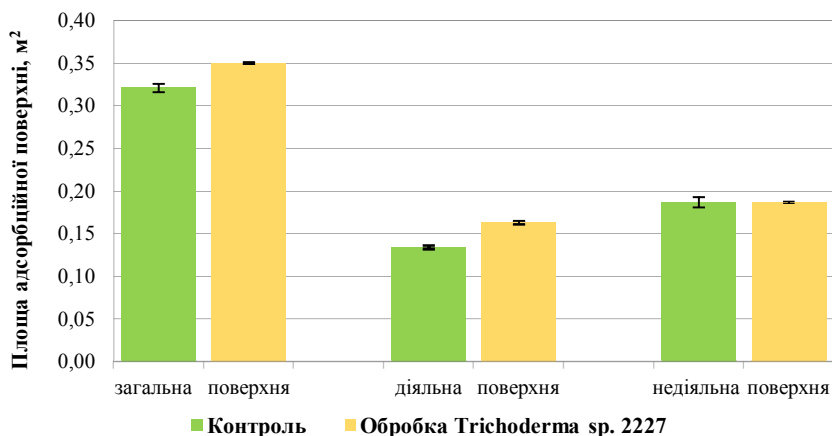


Рис. Вплив *Trichoderma* sp. 2227 на площу адсорбційної поверхні коренів сої сорту Арніка (вегетаційний дослід).

Облік морфометричних показників контрольних та дослідних рослин засвідчив, що маса сухої речовини у надземній частині рослин за обробки *Trichoderma* sp. 2227 підвищувалася на 12,9 %, маса сухої речовини коренів — на 15,5 %. Крім того, кількість бульбочок на коренях дослідних рослин збільшувалася на 7 од. на рослину, а їхня маса — на 65 мг на рослину проти контролю.

# **МІКРОБНІ ПРЕПАРАТИ В РОСЛИННИЦТВІ ТА ТВАРИННИЦТВІ**

УДК 579.2:579.6:581.1:581.4:582.73

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОПРЕПАРАТІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОЇ В УМОВАХ ШТУЧНОЇ ПОСУХИ**

**А. А. Ашихміна**

*Національний університет «Чернігівський колегіум»  
імені Т. Г. Шевченка*

*вул. Гетьмана Полуботка, 53; м. Чернігів, 14013, Україна*

*e-mail: tanyawriter@online.ua*

Ризосферні бактерії — трофічні посередники між ґрунтом і рослиною, які перетворюють складні сполуки в доступні для живлення рослин (Волкогон, 2013). Крім того, у багатьох видів діазотрофів виявлено здатність продукувати рістстимулювальні речовини, які сприяють збільшенню розгалуження коренів та їхньої активної абсорбуючої поверхні, забезпечуючи цим краще засвоєння поживних речовин вирощуваними культурами, що є особливо важливим в екстремальних умовах, наприклад, за дефіциту вологи. За таких умов корені бактеризованих рослин можуть проникнути глибше, що забезпечує їм більшу стійкість до негативного впливу посухи (Волкогон, 2006; Іутинська, 2006; Теслюк, 2009).

Вплив бактеризації насіння полісахаридно-білковим комплексом (ПБК) на стійкість рослин сої сорту Галлек до посухи перевіряли у вегетаційних дослідах. Було передбачено такі варіанти: контроль (без обробки біопрепаратами), бактеризація *Bradyrhizobium japonicum* М-8 та передпосівна обробка

*B. japonicum* М-8 сумісно з ПБК. Для визначення впливу біопрепаратів на стійкість рослин до дефіциту вологи створювали умови з оптимальною вологістю ґрунту (60 % від повної вологості (ПВ) ґрунту) та зі штучною посухою (30 % ПВ).

Показники росту й розвитку рослин у варіантах із бактеризацією насіння були вищими, як порівняти з контролем, проте найбільш стійкими в умовах штучної посухи виявилися рослини, насіння яких обробляли перед висівом бульбочковими бактеріями сумісно з ПБК. Так, за умов оптимального зволоження ґрунту висота рослин сої в контролі становила 57,3 см, а у варіанті з бактеризацією — 69,3 см, що вище на 21 %. За сумісної обробки з ПБК досліджуваній показник збільшився щодо контролю на 23 %. В умовах штучної посухи висота рослин у контрольному варіанті в середньому була 46,2 см, за дії бульбочкових бактерій рослини були вищими на 27 %, а сумісна обробка *B. japonicum* М-8 і ПБК сприяла збільшенню цього показника проти контролю на 46 %.

Кількість міжвузлів у рослин контрольних варіантів становила 9,3 од./рослину при 60 % ПВ та 5,5 од./рослину при 30 % ПВ. За бактаризації насіння цей показник становив відповідно 10,0 од./рослину і 9,7 од./рослину й перевищив контроль на 8 % і 77 %. У рослин, оброблених суспензією ризобій сумісно з ПБК, сформувалось у середньому 12,0 міжвузлів за оптимального зволоження та 10,3 — в умовах штучної посухи, що перевищило контрольні варіанти на 30 % і 89 % відповідно.

Загальна суха маса рослин, вирощених в умовах оптимального зволоження, у варіанті з інокуляцією *B. japonicum* М-8 збільшилася щодо контролю на 32 %, а за сумісної обробки ризобіями й ПБК — на 55 %. Найістотніший вплив сумісної обробки біопрепаратами на рослини сої відзначено в умовах дефіциту вологи, про що свідчить збільшення вдвічі сухої маси рослин щодо контролю.

Отже, застосування полісахаридно-білкового комплексу при передпосівній бактеризації насіння сої сорту Галлек сприяє

росту й розвитку рослин та їхній стійкості до дефіциту вологи. Отримані дані свідчать про те, що полісахаридно-білковий комплекс нівелює негативний вплив посухи на рослини сої та сприяє підвищенню їхньої стійкості до нестачі вологи, що є актуальним у посушливі роки.

УДК 602.6:579.61

## **МЕТОД ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ РОДЕНТИЦИДА ШЛЯХОМ ГОДІВЛІ МИШЕЙ З АКТИВНІШИМ ІМУНІТЕТОМ ПІД ВПЛИВОМ ПРОБІОТИЧНОГО ПРЕПАРАТУ НА ОСНОВІ *BIFIDOBACTERIUM LONGUM***

**Ю. М. Благодир**

*Київський Національний університет імені Тараса Шевченка,  
ННЦ «Інститут біології та медицини»  
просп. Академіка Глушкова, 2; м. Київ, 03022, Україна  
e-mail: julianna.m.b@ukr.net*

Виявлені ще у XIX столітті ентеробактерії з роду *Salmonella* є збудниками багатьох серйозних захворювань у ссавців, що часто призводять до смерті. Всі штами *Salmonella* використовують один загальний шлях зараження. Він охоплює три основні стадії: 1) колонізація просвіту; 2) інвазія епітеліальних клітин; 3) бактеріальний ендцитоз або фагоцитоз імунними клітинами.

Чим активніший імунітет тварини, тим менший вплив патогенної бактерії. Імунітет прямо залежить від того, що тварина їсть, тому пізньої осені, взимку та навесні спостерігається найкраща дія пробіотичних препаратів, тому що імунітет ослаблений та погодні умови сприяють виживанню бактерій роду *Salmonella* (температура близька до 0, мінімальна кількість сонячного проміння).

Застосування родентицидів на основі *Salmonella enteritidis* var. *Issatschenko* є методом біологічної боротьби з гризунами у сільському господарстві. На сьогодні багато виробників пропонують такий продукт для сільськогосподарських угідь, тому важливим є опанування різних методів перевірки ефективності таких препаратів.

На першому етапі інфекції сальмонела колонізує просвіт кишковика, конкуруючи з нормальною мікробіотою кишковика за джерела поживних речовин. Для візуалізації ефективності родентицида мишам потрібно вводити пробіотичний препарат на основі кишкових коменсальців.

*Bifidobacterium* spp. вважаються корисними компонентами кишкового мікробіому, викликаючи низку імунорегуляторних реакцій у хазяїна та сприяючи ефективному виведенню бактеріальних і вірусних інфекцій у шлунково-кишковому тракті, обмежуючи цим надмірне запалення.

Запропоновано таку методику проведення досліду:

– мишей обробити  $3 \cdot 10^8$  колонієутворювальних одиниць (КУО) *B. longum* subsp. *longum* за допомогою внутрішньошлункового зонду;

– препарат родентицидної дії з вмістом *Salmonella enteritidis* var. *Issatschenko*  $2,5 \cdot 10^9$  КУО наносити на пропарене зерно з розрахунком 1 л препарату на 10 кг приманки.

Для мінімізації похибки та чистоти вибірки рекомендовано проводити дослід не менше ніж на трьох мишах для кожного варіанту досліду: контроль 1 (годівля *B. longum* subsp. *longum*), контроль 2 (годівля *Salmonella enteritidis* var. *Issatschenko*), дослід (годівля двома препаратами).

Результати можуть бути сформовані за спостереженнями таких показників:

- поведінка гризунів (гіперактивність або млявість);
- зовнішній вигляд (випадіння шерсті, рани);
- летальні випадки;

– препаратія мишей, виявлення панівної мікробіоти в прямій кишці, кишковику, печінці та інші.

Отже, ця методика дозволить оцінити та візуалізувати ефективність застосування родентициду у мишей, які споживають їжу, що буде активно протидіяти ефективності біологічного препарату, а також паралельно фіксувати активність пробіотичної культури проти кишкових інфекцій.

УДК 631.861:633.1

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ КОМПОВОТАНОГО КУРЯЧОГО ПОСЛІДУ У ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР**

**І. М. Бондар**

*Інститут сільськогосподарської мікробіології  
та агропромислового виробництва НААН  
вул. Шевченка, 97; м. Чернігів, 14030, Україна  
e-mail: irynapozitiv@gmail.com*

Зернові є культурами, чутливими до мінерального живлення, ефективність вирощування яких значною мірою залежить від внесення добрив, особливо на бідних ґрунтах. Оскільки використання синтетичних добрив часто супроводжується погіршенням стану екосистем, актуальною є розробка технологій, що базуються на застосуванні органічних добрив. Одним із них є компостований пташиний послід. Збагачення посліду агрономічно цінними мікроорганізмами та фізіологічно активними речовинами, що продукує мікробіота у процесі компостування, надає добриву нової якості. Фактично такі добрива можна

вважати біоорганічними. Заразом розв'язується й інша проблема — безпечна утилізація відходів птахівництва.

Використання компостованого курячого посліду сприяє підвищенню врожайності зернових культур унаслідок оптимізації їх азотного і фосфорного живлення (Chen et al., 2022; Ning et al., 2022). Урожайність пшениці ярої, тритикале ярого та ячменю ярого при застосуванні компостованого курячого посліду значно зросла, як порівняти з показниками, отриманими за внесення в ґрунт еквівалентної кількості синтетичних азотних добрив. До того ж виявлено кумулятивний вплив компостованого курячого посліду на збільшення врожайності сільськогосподарських культур: третій рік внесення компостованого курячого посліду показав вищу врожайність зерна, ніж у попередні роки (Doyeni et al., 2021). Результати досліджень свідчать на користь проведення не повного, а часткового заміщення хімічних добрив на компостований курячий послід для досягнення оптимальних урожаїв зернових культур. Так, найвища врожайність досягнута при 20 % (для пшениці) та 20–40 % (для кукурудзи) заміщення, причому врожайність була на 1,1 % і 2,3 % вищою, ніж за умови внесення синтетичних добрив при вирощуванні пшениці і кукурудзи відповідно (Ning et al., 2022). Перспективність застосування компостованого курячого посліду для збільшення врожайності ячменю показано також і в інших дослідженнях (Ofosu-Anim & Leitch, 2009).

Висновки. Аналіз результатів експериментів з використанням компостів на основі пташиного посліду дозволяє рекомендувати ці біоорганічні добрива на поля під зернові (пшеницю, ячмінь, кукурудзу та ін.) як безпечний і потужний технологічний прийом для підвищення врожайності означених культур, у т. ч. і за часткової заміни хімічних добрив.

УДК 579.6:663.1

## **ЖИТТЄЗДАТНІСТЬ МІКРООРГАНІЗМІВ — АГЕНТІВ БІОПРЕПАРАТІВ**

**А. А. Бунас, В. В. Дворецький, Є. Д. Ткач, І. П. Мовчан**

*Інститут агроекології і природокористування НААН  
вул. Метрологічна, 12; м. Київ, 03143, Україна  
e-mail: bio-206316@ukr.net*

Біопрепарати — це один з різновидів засобів захисту рослин (ЗЗР), де діючим агентом є один або декілька живих мікроорганізмів (бактерій, мікроміцетів, вірусів) та продуктів їхньої життєдіяльності. За функціями серед біопрепаратів виділяють біофунгіциди, біоінсектициди, біоакарициди, біонематоциди, біогербіциди, біостимулятори, біородентициди. Як і будь-які ЗЗР, біопрепарати при застосуванні мають як позитивні, так і негативні сторони. Найбільшою й найголовнішою перевагою всіх груп біопрепаратів є екологічна безпека для людей і всього живого в екосистемах. Застосування біопрепаратів дозволяє мінімізувати негативний вплив на агроекосистему та сприяє покращенню вегетації рослин, якості отриманої продукції, стану ґрунту. Проте у біопрепаратів є мінуси: це загибель мікроорганізмів у навколишньому середовищі чи баковій суміші; температурний режим дії (оптимальний +15...+25 °С); для забезпечення ефективності необхідне застосування кожні 10–14 діб; максимальна ефективність на початкових етапах.

Незважаючи на те, що мікроорганізми ґрунту характеризуються високим рівнем життєздатності та пристосуванням до мінливих умов середовища, низка чинників, таких як температура робочого розчину та навколишнього середовища, рН робочого розчину та ґрунту, сумісно застосовані пестициди та агрохімікати, сонячне опромінення обробленого матеріалу (ґрунт, насіння) знижують життєздатність, функціональність і здатні спричинити загибель клітин мікроорганізмів. Проте треба

зазначити, що є «природна» загибель мікроорганізмів у водному розчині, яка обумовлена часом впливу водного середовища безпосередньо на клітини мікроорганізмів (вміст кисню, йони  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  та багато іншого).

У лабораторних умовах досліджували життєздатність мікроорганізмів агентів біопрепаратів у водному розчині впродовж 48 годин. Для дослідження використовували біопрепарати, де основним біоагентом є бактерії. Для дослідження було взято біопрепарати ПланРиз біо, Органік-баланс, Біополіцид, Diamond Grow Humi [K] Bio (DG Humi [K] Bio), DG Humi [K] Bio+“plus”, Polymix. Титр життєздатних клітин мікроорганізмів визначали шляхом посіву суспензії на живильне середовище, повторність трикратна. Інкубування проводили впродовж 5 діб за 27 °С.

У підсумку дослідження виявлено, що життєздатність мікроорганізмів різних біопрепаратів передбачувано знижувалась зі збільшенням часу перебування в розчині (табл.).

Так, після 4 годин експозиції робочого розчину у варіанті з препаратом Humi [K] Bio життєздатність складала 91 %, у варіанті з Humi [K] Bio+“plus” — 87 %, Біополіцид — 96 %, Polymix — 90 %, Органік-баланс — 85 %, ПланРиз біо — 81 %. Отже, в період від початку приготування робочого розчину і 4 годин експозиції — життєздатність мікроорганізмів коливалась від 81–96 % від початкового титру. Через 8 годин експозиції для усіх досліджуваних варіантів життєздатність бактерій коливалась від 40 % до 55 %. Після 12 годин експозиції життєздатних мікроорганізмів для всіх варіантів було не більше ніж 38 % від початкової концентрації. Через 24 години у робочому розчині життєздатних мікроорганізмів біопрепаратів фіксували в межах 15–22 %. Виявлено, що через 48 годин витримки робочих розчинів досліджуваних препаратів життєздатними було не більше 10 % мікроорганізмів від початкового титру.

*Таблиця. Чисельність бактерій досліджуваних препаратів у робочому розчині за різної експозиції*

Препарати	Чисельність мікроорганізмів за різної експозиції, ×10 <sup>8</sup> КУО/мл					
	0	4 год.	8 год.	12 год.	24 год.	48 год.
DG Humi [K] Bio	3,2 ± 0,3	2,9 ± 0,3	1,5 ± 0,1	0,95 ± 0,07	0,54 ± 0,04	0,28 ± 0,02
DG Humi [K] Bio+“plus”	3,0 ± 0,2	2,6 ± 0,2	1,3 ± 0,1	0,82 ± 0,05	0,45 ± 0,03	0,24 ± 0,02
Біополіцид	8,0 ± 0,6	7,9 ± 0,5	4,4 ± 0,26	3,00 ± 0,18	1,80 ± 0,14	1,04 ± 0,07
Polymix	1,0 ± 0,1	0,9 ± 0,1	0,5 ± 0,0	0,29 ± 0,02	0,16 ± 0,01	0,10 ± 0,01
Органік- баланс	10,0 ± 0,8	8,5 ± 0,7	4,8 ± 0,3	3,10 ± 0,22	1,70 ± 0,14	0,80 ± 0,06
ПланРиз біо	25,0 ± 2,8	20,0 ± 1,4	10,0 ± 0,7	5,30 ± 0,37	3,00 ± 0,24	2,00 ± 0,14

УДК 579.2:579.6:581.1:581.4:582.93

## **РОЗВИТОК РОСЛИН КАРТОПЛІ СОРТУ ГРАНАДА ЗА ПЕРЕДПОСІВНОЇ БАКТЕРИЗАЦІЇ БАКТОПАС- ЛЬОНОМ**

**І. А. Бурдук**

*Національний університет «Чернігівський колегіум»  
імені Т. Г. Шевченка*

*вул. Гетьмана Полуботка, 53; м. Чернігів, 14013, Україна  
e-mail: illaburduk78@gmail.com*

Повноцінний ріст і розвиток культурних рослин можливий за наявності в ґрунті достатньої кількості поживних речовин. Проте не всі вони є доступними для рослин. Розв'язати цю

проблему можливо за використання мікробних препаратів на основі азотфіксувальних бактерій, які перетворюють складні сполуки у форми, доступні для живлення рослин, синтезують речовини, які активують їхній ріст і розвиток. Біологічно активні сполуки бактерій позитивно впливають на енергію проростання та схожість насіння, стимулюють ріст рослин, сприяють утворенню додаткових продуктивних стебел тощо. Все це загалом позитивно впливає на врожайність сільськогосподарських культур (Волгогон, 2006). Картопля є важливою продовольчою, кормовою та технічною культурою. Як порівняти з іншими сільськогосподарськими культурами, вона більш вибаглива до забезпечення поживними речовинами, оскільки нагромаджує велику біомасу при порівняно слабкому розвитку кореневої системи (Теслюк, 2009). Одним із способів оптимізації живлення цієї культури є використання мікробних препаратів у технології її вирощування.

Метою наших досліджень було визначення розвитку рослин картоплі сорту Гранادا в умовах Полісся за передсадивної бактеризації Бактопасльоном. Схемою досліду було передбачено обробку садивного матеріалу мікробним препаратом Бактопасльон та без бактеризації (контроль). Схема посадки картоплі — 0,6 м × 0,2 м.

У підсумку проведених досліджень встановлено, що у варіанті з передсадивною бактеризацією картоплі сорту Гранادا висота рослин у середньому становила 73,1 см, що на 13 % вище, як порівняти з контрольним варіантом, в якому досліджуваний показник в середньому становив 64,7 см.

За дії мікробного препарату відбувалось і більш інтенсивне формування площі листових пластинок рослин картоплі. Так, у фазу цвітіння досліджуваний показник у варіанті з Бактопасльоном становив 33,9 см<sup>2</sup>, що на 19 % вище, як порівняти з контролем (28,4 см<sup>2</sup>). Кількість органічної маси, а отже, і величина врожаю, визначається інтенсивністю процесу фотосинтезу, про що свідчить збільшення маси бульб у бактеризованих рослин.

У дослідженнях встановлено, що середня маса бульб у варіанті без обробки становила 54,3 г, а за умови передсадивної бактеризації — 61,5 г, що на 13 % вище за контроль.

Закономірним є те, що інтенсивніший розвиток рослин за впливу активних діазотрофів сприяв формуванню вищого врожаю картоплі. У варіанті без обробки врожайність картоплі сорту Гранادا становила 51,1 т/га, тоді як за передсадивної бактеризації досліджуваній показник збільшився до 62,8 т/га, що на 23 % вище за контроль.

Отже, передсадивна бактеризація картоплі сорту Гранادا мікробним препаратом Бактопасльон сприяє більш інтенсивному розвитку рослин, що зі свого боку забезпечує збільшення врожаю цієї сільськогосподарської культури.

УДК 579.852.11:632.937

## **РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ ГРАНУЛЬОВАНОЇ ФОРМИ КОМПЛЕКСНОГО ІНСЕКТИЦИДНОГО БІОПРЕПАРАТУ**

**О. Г. Власенко, Є. О. Слєпцов, О. А. Дрегваль,  
Т. В. Скляр**

*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара  
просп. Науки, 72; м. Дніпро, 49045, Україна  
e-mail: microviro@ukr.net*

Біологічний захист рослин забезпечує ефективний контроль чисельності шкідників сільськогосподарських культур та не завдає шкоди навколишньому середовищу. Мікробіологічний метод захисту рослин від шкідників базується на використанні ентомопатогенних мікроорганізмів. Більшість бактеріальних інсектицидних препаратів виготовлені на основі спор і кристалів

ендотоксину *Bacillus thuringiensis*. При виготовленні грибних інсектицидних препаратів часто застосовують *Beauveria bassiana*. Останнім часом простежується тенденція до створення комплексних мікробних препаратів, до складу яких входить декілька мікроорганізмів, за рахунок чого підвищується ефективність та розширюється спектр дії препаратів.

На кафедрі мікробіології, вірусології та біотехнології ДНУ ім. Олеся Гончара розроблено рідкий концентрат та пастоподібну форму комплексного інсектицидного препарату на основі споро-кристалічного комплексу та  $\beta$ -екзотоксину *B. thuringiensis* var. *thuringiensis* ІМВ-7186 і бластоспор *B. bassiana* ІМВ-F-100043. У лабораторних та виробничих умовах препарат показав високу ефективність проти широкого кола шкідників.

Пошук ефективних засобів зберігання біопрепаратів — одна з найбільш актуальних проблем у виробництві біоінсектицидів. Відомо, що сорбція глинистих мінералів на поверхні мікробних клітин сприяє їхньому виживанню. Захисну дію адсорбентів пов'язують зі зв'язуванням вільної води та підтримкою вологості препарату на постійному рівні. Глинисті мінерали мають природне походження та не забруднюють навколишнє середовище. Нами було досліджено можливість використання глинистого мінералу бентоніту для отримання гранульованої форми комплексного інсектицидного препарату.

Для отримання гранульованого препарату на першому етапі було використано осадження компонентів культуральної рідини *B. thuringiensis* та *B. bassiana* (змішували у співвідношенні 1:1) розчином  $\text{CaCl}_2$ , який додавали до кінцевої концентрації 5 %. Отриманий розчин центрифугували (6000 об./хв., 15 хв.), до осаду додавали стерильний порошок бентоніту до утворення «густого тіста» та гранулювали. На поверхню гранул наносили сухий бентоніт для видалення надлишкової вологи, підсушували за кімнатної температури. Отриманий біопрепарат зберігали за кімнатної температури 4 місяці. Періодично визначали кількість колонієутворювальних одиниць (КУО/г) висівом серійних

розведень на поверхню щільних живильних середовищ. Наприкінці терміну зберігання біопрепарату визначили інсектицидну активність щодо личинок III віку листокрутки всеїдної на 7-му добу після зараження.

Отримані результати показали, що *B. thuringiensis* добре зберігалася упродовж всього терміну зберігання біопрепарату: кількість КУО/г суттєво не змінилася і коливалася в межах від  $8,85 \cdot 10^8$  до  $2,5 \cdot 10^9$ . Життєздатність бластоспор *B. bassiana* до кінця терміну зберігання зменшилась з  $5,7 \cdot 10^7$  до  $3,2 \cdot 10^5$  КУО/г.

Інсектицидна активність 0,5 %-го розчину комплексного гранульованого біопрепарату через 4 місяці зберігання складала 70 % загибелі личинок листокрутки всеїдної.

Отже, отримані дані засвідчують можливість застосування бентоніту у виробництві гранульованої форми комплексного біопрепарату на основі *B. thuringiensis* та *B. bassiana*.

УДК 633.81/85:633.854.78:631.8

## **ФОРМУВАННЯ НАДЗЕМНОЇ МАСИ РОСЛИН СОНЯШНИКУ ПІД ВПЛИВОМ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ**

**Л. С. Квасніцька, Г. П. Войтова, О. С. Власюк**

*Хмельницька державна сільськогосподарська дослідна  
станція Інституту кормів та сільського господарства  
Поділля НААН*

*с. Самчики, Хмельницький р-н, Хмельницька обл., 31182,  
Україна*

*e-mail: larusa7215@ukr.net*

Соняшник є провідною олійною культурою в країні, займаючи близько 90 % у структурі олійних культур. За даними Державної служби статистики України, площа під цією культурою у 2024 р. становить 5,3 млн га.

Один із способів підвищення ефективності вирощування соняшнику полягає у впровадженні новітніх екологічно спрямованих технологій виробництва (Волкогон, 2018; Гамаюнова та Кудріна, 2020).

Дослідження впливу технологічних прийомів, які передбачають використання біостимулятора на основі гумінових і фульвокислот, мікродобрива з антистресовою дією на різних фонах удобрення на особливості формування процесів росту рослин соняшника проводили у 2024 р. у польовому двох факторному досліді Хмельницької ДСГДС ІКСГП НААН.

Ґрунт дослідної ділянки — чорнозем слабоопідзолений середньосуглинковий, середньопотужний, малогумусний на лесовому суглинку бурувато-пального забарвлення.

За результатами досліджень встановлено, що на зростання висоти рослин соняшнику найбільшою мірою впливали фони удобрення за переваги мінерального з  $N_{60}P_{60}K_{90}$ . За комплексного застосування мінерального удобрення, ґрунтового мікродобрива Граундфікс та позакореневого підживлення посівів у фазу 4–6 листків соняшнику стимулятором росту рослин Азотофіт-р та органо-мінерального добрива Хелпрост Бор отримано найбільший показник висоти рослин у фазу бутонізації — 80 см, який перевищив контроль на 25 %.

Надземна маса рослин соняшника у фазу бутонізації виявилася мінімальною (152 г/рослину) у варіанті без обробки біопрепаратами на фоні без добрив.

Проведення позакореневих підживлень сприяло збільшенню накопичення надземної маси рослин по всіх варіантах удобрення, але її наростання відрізнялося за зміни досліджуваних препаратів та їх комбінацій. Так, накопичення надземної маси рослин соняшнику за обробки посівів стимулятором росту рослин Азотофіт-р збільшилося на 11,8 %, органо-мінеральним добривом Хелпрост Бор — на 9,2 % та за їх поєднання — на 15 %. Найбільш інтенсивно приріст надземної біомаси відбувався за

обробки посівів біопрепаратами у фазу 4–6 листків соняшнику на фоні мінерального удобрення у поєднанні з ґрунтовим мікродобривом Граундфікс. За позакореневого підживлення посівів стимулятором росту рослин Азотофіт-р надземна маса рослини становила 227 г, органо-мінеральним добривом Хелпрост Бор — 222 г та за їх поєднання — 232 г.

Площа листової поверхні рослин соняшнику за позакореневого підживлення посівів стимулятором росту рослин Азотофіт-р збільшилася на 11,8 %, органо-мінеральним добривом Хелпрост Бор — на 8,1 %, за їх поєднання — на 21,8 % проти варіанту без обробки (27 тис. м<sup>2</sup>/га). Застосування мінерального удобрення з N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> та обробка ґрунту ґрунтовим мікробіологічним добривом Граундфікс сприяли збільшенню площі листової поверхні рослин соняшнику на 34,4 %. Найбільше значення цього показника (41,9 тис. м<sup>2</sup>/га) зафіксовано на цьому фоні за обробки посівів стимулятором росту рослин Азотофіт-р та органо-мінеральним добривом Хелпрост Бор.

Отже, застосування мінерального удобрення та позакорених підживлень біопрепаратами сприяло посиленню ростових процесів рослин соняшнику й накопиченню ними значно більшої надземної маси.

UDC 579.64

## **PLANT GROWTH PROMOTIVE EFFECT OF METAL-RESISTANT MICROORGANISMS ISOLATED FROM DIFFERENT BIOTOPES**

**S. Ya. Komplikevych, I. B. Danylo, O. D. Maslovska,  
S. O. Hnatush**

*Ivan Franko National University of Lviv  
1 Universytetska str., Lviv, 79007, Ukraine  
e-mail: solomiia.komplikevych@lnu.edu.ua*

Microorganisms with plant growth-promoting properties have been found in several genera (Asghar et al., 2023; Tokmakova & Shevchenko, 2023; Melnychuk et al., 2024). The use of plant growth-promoting microorganisms can provide an effective and environmentally friendly strategy for increasing plant yields and their resistance to environmental factors, including heavy metals and other toxicants that enter water and soil as a result of human activities (Wang et al., 2024), and in recent years — as a result of military operations. The development of bioremediation methods involves using microorganisms resistant to a wide range of toxic substances present in this biotope. The beneficial effect on plants is due to the ability of microorganisms to synthesize siderophores, transform potassium, phosphorus, and nitrogen compounds into a form available to plants, antagonism to phytopathogens, production of phytohormones, enzymes, exopolysaccharides, etc. (Backer et al., 2018, Zhao et al., 2022; Ahmad et al., 2023; Asghar et al., 2023).

In the study, metal-resistant strains of bacteria isolated by the staff of the Department of Microbiology at Ivan Franko National University of Lviv were used: *Rhodopseudomonas yavorovii* IMV B-7620 (Yavorivske Lake, Lviv region), *Paenibacillus tundrae* IMV B-7915 (soil with fragments of *Deschampsia antarctica*, Berthelot Islands, Maritime Antarctica), *Ochrobactrum rhizosphaerae* IMV B-7956 (Lake of infiltrates of Lviv solid waste landfill, Lviv region).

ISBN 978-617-7570-78-2

For screening the growth-promoting properties of bacteria, wheat seeds of *Triticum aestivum* L. cultivar Tybalt were soaked for 18 hours in a suspension of one or more strains, sown in soil, and grown for 8 days in the laboratory under natural light. Wheat seeds pre-soaked in a sterile solution of 0.9 % NaCl were used as a control. Bacteria *O. rhizosphaerae* and *P. tundrae* were grown on tryptic soy agar (TSA), and *R. yavorovii* — on TSA (further referred to as *R. yavorovii* (TSA)) or mineral medium ATCC No. 1449 (after this referred to as *R. yavorovii* (ATCC)).

The treatment of wheat seeds with a suspension of the studied bacteria mostly positively affected seed germination. Wheat seed germination increased by 10 % compared to the control after treatment with a suspension of *P. tundrae*, by 8 % and 9 % — under the influence of a mixture of bacteria *P. tundrae* and *R. yavorovii* (TSA) and *O. rhizosphaerae* and *R. yavorovii* (ATCC), respectively. In the case of applying a mixture of *O. rhizosphaerae* and *P. tundrae*, seed germination was  $99 \pm 1$  %. Under the influence of *P. tundrae* and a mixture of *O. rhizosphaerae* and *P. tundrae*, the dry weight of wheat seedlings slightly increased. Shoot and root length in seedlings increased after treatment of wheat seeds with *P. tundrae* or *R. yavorovii* bacteria. An increase in root length by 25 % was detected under the influence of *P. tundrae* and *R. yavorovii* (TSA), by 17 % under the influence of *P. tundrae* and *R. yavorovii* (ATCC), by 33 % under the influence of *O. rhizosphaerae* and *R. yavorovii* (ATCC), by 28 % under the influence of *O. rhizosphaerae* and *P. tundrae* and *R. yavorovii* (TSA). The total chlorophyll content and chlorophyll *a* content in the leaves of wheat seedlings increased by 15–25 % after treatment of seeds with *P. tundrae* and *O. rhizosphaerae* bacteria, and when these strains were used together — by 16 % compared to the control. The co-use of *P. tundrae* and *R. yavorovii* resulted in an increase in the total chlorophyll content in the leaves by 15–34 %, chlorophyll *a* — by 8–28 %, chlorophyll *b* — by 39–54 % compared to the control. In the case of application in combination with *O. rhizosphaerae* and *R. yavorovii* or

*O. rhizosphaerae* and *P. tundrae* and *R. yavorovii* (TSA), the chlorophyll content in the leaves was slightly lower than in the control.

Thus, all the studied bacteria exhibited plant-growth-promoting properties, and the best results were obtained when wheat seeds were treated with *P. tundrae* IMB B-7915 bacteria. The combined use of the studied strains positively affected some parameters of wheat growth.

УДК 633.34:631.147

## **ВПЛИВ ІНОКУЛЯНТІВ ХАЙКОТ СУПЕР СОЯ ТА РАЙС ПІ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ У МАЛОМУ ПОЛІССІ НА ЗАХОДІ УКРАЇНИ**

**Б. І. Коцюба, А. П. Станкевич**

*Львівський національний університет природокористування  
вул. Володимира Великого, 1; м. Дубляни, Львівський р-н,  
Львівська обл., 80381, Україна  
e-mail: dmytrotom916@gmail.com*

Питання азотного й фосфорного живлення сої виникають у нових регіонах поширення культури. Рослини сої можуть використовувати азот, фіксований у симбіозі з бульбочковими бактеріями, а також мінеральні азотні сполуки, поглинені коренями з ґрунту. Фосфорні добрива сьогодні дорогі та застосовуються менше. Проте добре відомо, що розвиток кореневих бульбочок і активність фіксації азоту пригнічуються, коли рослини сої піддаються впливу високих концентрацій комбінованої форми азоту, особливо нітрату — основної хімічної форми неорганічного азоту в ґрунтах (Ohyama et al., 2017). Виникає актуальне питання: удобрювати сою мінеральними азотними добривами чи зупинитися на азотфіксувальних інокулянтах (Salvagiotti et al., 2008). Мета нашого дослідження — з'ясувати, як

мінеральне добриво — сульфат амонію, азофіксувальний та фосформобілізувальний інокулянти сукупно впливають на формування продуктивності сої.

Досліди проводили упродовж 2022–2023 років у фермерському господарстві «БІК АГРО». У роботі використали традиційні методики в агрономії. На дослідному полі — дерновий оглеєний легкосуглинковий ґрунт на алювіальних відкладах із заляганням ґрунтових вод на глибині 120 см. Технологія вирощування сої традиційна: оранка на 18–20 см. Вирощували сорт Ментор. Для оброблення насіння використали азотфіксувальні бактерії *Bradyrhizobium japonicum* (фірми ХайКот Супер Соя) та фосформобілізувальні бактерії *Bacillus amyloliquefaciens* (фірми Райс Пі). Схему експерименту наведено в таблиці.

Фенологічні спостереження за ростом і розвитком культури показали, що мінеральні добрива мали вирішальний вплив на процеси формування врожаю. Фосфорно-калійний фон (варіант 2) був тим базовим чинником, який дав змогу сої, що висівалася інокульованим насінням, навіть без азотних добрив сформувати високий урожай.

Таблиця. **Схема дослідю**

№ з/п	Варіанти
1	Контроль — без удобрення
2	Фон — P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> (під оранку)
3	Фон + N <sub>30</sub> — сульфат амонію (перед сівбою)
4	Фон + N <sub>30</sub> — сульфату амонію перед сівбою + <i>B. japonicum</i>
5	Фон + N <sub>30</sub> — сульфат амонію перед сівбою + <i>B. amyloliquefaciens</i>
6	Фон + N <sub>30</sub> — сульфат амонію перед сівбою + <i>B. japonicum</i> + <i>B. amyloliquefaciens</i>

За відсутності добрив на контролі помітно зменшувалися висота рослин, кількість бобів та показники розвитку симбіотичного апарату. Відзначено середній розвиток і сповільнене дозрівання сої із середньою висотою рослин, 20–24 бобами на рослині у варіанті 3 (фон + N<sub>30</sub> — сульфат амонію (перед сівбою). Більшою кількістю бульбочок і добре розвиненими коренями відрізнявся варіант із внесенням перед сівбою N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> (сульфат амонію) та застосуванням *B. japonicum* і *B. amyloliquefaciens*.

Проведені дослідження дозволили зробити попередні висновки. З метою отримання врожаю сої на рівні 3,6–3,8 т/га та максимальної віддачі азотних мінеральних добрив рекомендуємо вносити перед сівбою N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>. Застосування комбінації N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> (сульфату амонію перед сівбою) + *B. japonicum* + *B. amyloliquefaciens* відкидає потребу вносити додаткові N<sub>30</sub> у підживлення.

УДК 633.34: 631.461.5:577.118

**УМІСТ ЦИНКУ І МАРГАНЦЮ У РОСЛИНАХ СОЇ  
ЗА ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ РИЗОБІЯМИ  
ТА РІЗНИХ СПОСОБІВ ЗАСТОСУВАННЯ  
КОМПЛЕКСУ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ**

**К. П. Кукол<sup>1</sup>, П. П. Пухтаєвич<sup>1</sup>, Н. І. Довбаш<sup>2</sup>,  
І. І. Клименко<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Інститут фізіології рослин і генетики НАН України  
вул. Васильківська, 31/17; м. Київ, 03022, Україна*

*<sup>2</sup>Національний науковий центр «Інститут землеробства  
Національної академії аграрних наук України»  
вул. Машинобудівників, 2Б; с-ще Чабани, Київська обл.,  
08162, Україна*

*e-mail: katerinakukol@gmail.com*

Соя — це стратегічна сільськогосподарська культура як світового, так і вітчизняного аграрного сектору (Петриченко та ін., 2016; Grassini et al., 2021). Найбільш вагомим агротехнічним прийомом покращення ефективності симбіотичної азотфіксації в агроценозах бобових культур, зокрема й сої, є передпосівна обробка насіння препаратами на основі високоефективних штамів бульбочкових бактерій (Коць та ін., 2016; Li et al., 2020). Водночас обробка посівного матеріалу мікроелементами — це найбільш ефективний спосіб постачання рослинам поживних речовин у початковий період їхнього росту й розвитку. Зі свого боку, обприскування посівів мікродобривами посилює розвиток вегетативної маси рослин, тому вони мають більшу висоту, площу листової поверхні, а також збільшується кількість гілок і бобів (Каленська та Новицька, 2020; Sabluk et al., 2021). На мікроелементний склад рослин впливають багато чинників, але особливо важливим є вміст окремих елементів, що пов'язано з їхньою роллю в фізіолого-біохімічних процесах у клітинах (Kumar et al., 2021; Kabata-Pendias et al., 2017).

Нами досліджено вміст цинку та марганцю у рослинах сої сорту Алмаз, вирощених в умовах вегетаційного досліду на промитому річковому піску з інокульованого насіння за різних способів застосування мікроелементного комплексу Аватар-2. Контроль — рослини, вирощені без будь-якої обробки. Джерелом поживних елементів для рослин була суміш Гельрігеля. Для інокуляції використано активний штам бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum* T21-2.

У підсумку проведених досліджень найвищий вміст цинку — 13,8 та 15,0 мг/кг — виявлено у фазу трьох справжніх листків у зеленій масі рослин сої контрольного варіанту та вирощених із бактеризованого насіння й обробленого розчином мікроелементів. У коренях рослин, інокульованих ризобіями, найвищий вміст цинку зафіксовано у фази бутонізації – початку цвітіння та утворення бобів, де показники становили 21,8 і 22,3 мг/кг і перевищували контрольні рослини на 33 % та 66 % відповідно. Водночас у фазу трьох справжніх листків у коренях сої цього варіанту вміст цинку становив 13,3 мг/кг, що на 15 % менше проти контрольних рослин.

Найвищий вміст марганцю у зеленій масі рослин сої виявлено у фазу трьох справжніх листків. У наступних фазах розвитку *Glycine max* (L.) кількість акумульованого ними марганцю була нижчою практично вдвічі. Винятком був варіант із комплексним застосуванням інокулянту та обробки мікроелементним комплексом по вегетації, де у фазу бутонізації – початку цвітіння досліджуваній показник становив 44,5 мг/кг.

У коренях сої усіх варіантів зафіксовано зниження вмісту марганцю у фазу утворення бобів. Водночас найвищий уміст цього елемента — 74,5 і 76,5 мг/кг — виявлено у фазу трьох справжніх листків у рослинах, насіння яких обробляли ризобіями і Аватаром-2, та за передпосівного застосування лише мікроелементів. У фазу бутонізації – початку цвітіння у рослин, бактеризованих T21-2 і підживлених по вегетації Аватаром-2, досліджувані показники становили 66,6 та 74,1 мг/кг відповідно.

У фазу утворення бобів у рослинах варіанту з інокуляцією штамом Т21-2 уміст виявленого у коренях марганцю становив 58,4 мг/кг. Отже, за умов бактеризації насіння сої ризобіями та внесення різними способами комплексного розчину мікроелементів зафіксовано оптимальні рівні вмісту цинку й марганцю у зеленій масі та коренях рослин.

УДК 635.64:631.8:631.53.01

## **ВИКОРИСТАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ ЗА ВИРОЩУВАННЯ ПОМІДОРА**

**О. В. Куц<sup>1</sup>, С. А. Рудой<sup>2</sup>, О. А. Куц<sup>3</sup>**

*<sup>1</sup>Інститут овочівництва і багданництва НААН  
вул. Інститутська, 1; сел. Селекційне, Харківська обл.,  
62478, Україна*

*<sup>2</sup>Corteva Agriscience  
вул. Чорновіла, 45; с. Вишневе, Київська обл., 04070, Україна*

*<sup>3</sup>ННЦ «Інститут ґрунтознавства  
та агрохімії імені О. Н. Соколовського»  
вул. Чайковська, 4; м. Харків, 61024, Україна  
e-mail: kutzalexandr@gmail.com*

Вирощування овочевих культур потребує використання великої кількості добрив та засобів захисту рослин. Висока вартість мінеральних добрив та дефіцит органічних зумовлюють пошук альтернативних джерел оптимізації живлення рослин. За цим напрямом можна виділити два можливих підходи: використання сидеральних добрив та різноманітних мікробних препаратів з різною функціональною активністю (азотфіксація, деструкція рослинних залишків, мобілізація сполук фосфору та калію, стимуляція ростових процесів тощо).

Дослідження проведено в Інституті овочівництва і баштанництва НААН України впродовж 2019–2021 років. У багаторічному стаціонарному досліді вирощували помідор сорту Чайка (попередник — цибуля ріпчаста; краплинне зрошення, схема вирощування 70×35 см). Схемою досліджень передбачено визначення ефективності різних систем удобрення. Окрім стандартних систем удобрення (мінеральна, органічна, органо-мінеральна), було також визначено ефективність сидеральної та біологічної систем. Сидеральна система удобрення передбачала вирощування сидератів (після збирання врожаю цибулі ріпчастої висівали вику яру, що заробляли до ґрунту з деструктором стерні Екостерн (1,5 л/га) в листопаді), біологічна — післядія внесення добрив. Для обох систем удобрення використовували однакову систему застосування мікробних препаратів: обробка насіння та розсади перед висадкою препаратом Азотофіт-р (1,0 л/т); внесення в рядки за посіву в теплиці Граундфікс (1 л/га), обробка ґрунту до висадки розсади Граундфікс (1 л/га), обробка коренів розсади перед висадкою Азотофіт (1,0 л/10 000 шт.), позакореневе підживлення Органік-баланс (2 л/га) у два строки (початок цвітіння, початок утворення плодів).

Встановлено позитивний вплив різних систем удобрення, зокрема сидеральної та біологічної, на біометричні параметри рослин та вміст у листках хлорофілів та каротиноїдів. За використання комплексу мікробних препаратів вміст хлорофілу *a* становив 8,16–8,44 мг/кг (на контролі — 6,54 мг/кг), хлорофілу *b* — 6,65–4,82 мг/кг (на контролі — 3,79 мг/кг), каротинолу — 1,58–1,75 мг/кг (на контролі — 1,32 мг/кг).

Зазначено, що застосування мікробних препаратів (у комплексі) забезпечує істотне підвищення врожайності помідора як по фоні використання сидеральних, так і за післядії органічних добрив (прирости в межах 7,3–10,2 т/га або 24,3–34,0 %) (табл.).

Сидеральна система удобрення забезпечила позитивну тенденцію зростання вмісту сухої розчинної речовини в плодах помідора (4,10 %), тоді як за використання мінеральних або по

післядії органічних добрив зазначається зниження в плодах вмісту аскорбінової кислоти та загальної кислотності.

**Таблиця. Вплив системи внесення добрив та мікробних препаратів на урожайність та якість плодів помідора (2019–2021 рр.)**

Система удобрення	Урожайність, т/га	Уміст у плодах			
		сухої розчинної речовини, %	загального цукру, %	аскорбінової кислоти, мг/100 г	кислотність, %
Без добрив (контроль)	30,0	3,90	3,10	26,21	0,48
Поживний сидерат + мікробні препарати	37,3	4,10	2,96	26,43	0,49
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>90</sub> — восени врозкид	46,3	3,80	2,84	19,97	0,36
Післядія 14 т/га гною + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>45</sub> — локально навесні	47,3	4,35	2,88	20,86	0,39
Післядія гною + мікробні препарати	40,2	3,85	2,72	20,44	0,33
НР <sub>0,95</sub> за роками	5,7;	0,42;	0,28;	1,95;	0,039;
	4,8;	0,50;	0,33;	2,11;	0,058;
	5,3	0,47	0,31	2,06	0,044

Отже, для зрошуваних умов Лісостепу України за вирощування помідора ефективним є використання комплексу мікробних препаратів (Азотофіт, Граундфікс, Органік баланс) по фоні післядії органічних добрив або за заорювання післязбирального сидерату (вика яра).

УДК 63:579.64

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БАКТЕРИЗАЦІЇ НАСІННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ НОВИМ КОМПЛЕКСНИМ ІНОКУЛЯНТОМ

**О. В. Логоша<sup>1,2</sup>, С. Ф. Козар<sup>1,2</sup>, Ю. О. Воробей<sup>1</sup>,  
Т. О. Усманова<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Інститут сільськогосподарської мікробіології  
та агропромислового виробництва НААН  
вул. Шевченка, 97; м. Чернігів, 14030, Україна*

*<sup>2</sup>Національний університет «Чернігівська політехніка»  
вул. Шевченка, 95; м. Чернігів, 14030, Україна*

*e-mail: olha.lohosha@gmail.com*

Діазотрофи, що розвиваються у кореневій зоні культурних рослин, здатні покращувати азотне живлення, а також стимулювати їхній ріст і розвиток. У зв'язку з цим актуальними є дослідження щодо ефективного використання корисних ґрунтових мікроорганізмів для інокуляції насіння сільськогосподарських культур. Застосування азотфіксувальних бактерій неможливе без забезпечення їхньої виживаності й високої функціональної активності, що є одним із пріоритетних напрямів сільськогосподарської мікробіології.

Метою нашої роботи було дослідження ефективності бактеризації насіння пшениці озимої новим комплексним інокулянтом.

Дослідження ефективності нового інокулянту проводили в умовах польового досліду на чорноземі вилуженому. Використовували насіння пшениці озимої сорту Кубус.

Для інокуляції насіння пшениці озимої використовували бактерії родів *Azospirillum* і *Azotobacter*, оскільки відомо, що ці мікроорганізми здатні до утворення цист та цистоподібних

клітин за несприятливих умов довкілля, що забезпечує їх кращу виживаність протягом зимового періоду.

Дослідження впливу нового комплексного інокулянту на основі штамів *A. brasilense* і *A. chroococcum* та полісахаридно-білкового комплексу (ПБК) на ріст і розвиток пшениці озимої проводили в умовах польового досліді. Як позитивний контроль використовували препарат Діазофіт на основі штаму азот-фіксувальних бактерій *Rhizobium* sp. 204, рекомендований для інокуляції насіння злакових культур.

Показано, що інокуляція насіння пшениці озимої новим ефективним інокулянтом на основі комплексу штамів *A. brasilense* і *A. chroococcum* сумісно з ПБК сприяє найбільшому зростанню структурних показників урожайності. Так, спостерігали достовірне зростання довжини колосу на 17 %, кількості зерен на 35 %, маси зерен з колосу на 49 %, маси 1000 зерен на 11 % відносно контролю. Врожайність пшениці озимої завдяки інокуляції новим інокулянтом переважала абсолютний контроль на 19,4 %, а позитивний контроль — на 7,8 %.

Отже, бактеризація насіння пшениці озимої новим інокулянтом на основі комплексу штамів *A. brasilense* і *A. chroococcum* сумісно з ПБК сприяє кращому росту і розвитку рослин, підвищенню структурних показників, а також забезпечує зростання урожайності на 19,4 %.

**ВПЛИВ СУМІСНОГО ЗАСТОСУВАННЯ  
*BRADYRHIZOBIUM JAPONICUM* ТА БАКТЕРІЙ  
РОДУ *PSEUDOMONAS* НА ПРИРІСТ КОРЕНЕВИХ  
ВОЛОСКІВ**

**М. В. Мілова<sup>1</sup>, Я. В. Чабанюк<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Національний університет біоресурсів  
і природокористування України  
вул. Героїв Оборони, 15; м. Київ, 03041, Україна

<sup>2</sup>ТОВ «Інститут агробіології»  
б-р Вацлава Гавела, 4; м. Київ, 03124, Україна  
e-mail: miroslavamazur@gmail.com

Застосування бактерій *Bradyrhizobium japonicum* є ключовим для покращення азотного живлення сої в умовах сучасного аграрного виробництва, коли рослини часто зазнають стресу від нестачі вологи, коливань температур та неоптимального рівня рН ґрунту. Ці виклики змушують агрономів та вчених шукати нові методи забезпечення стабільного й ефективного симбіозу між соєю та ризобіями.

Наукові дослідження показали, що сумісне використання *B. japonicum* та представників роду *Pseudomonas* може значно покращити азотфіксацію, а також сприяти розвитку кореневої системи рослин сої. Зокрема, бактерії роду *Pseudomonas* сприяють збільшенню площі кореневих волосків, що безпосередньо впливає на збільшення кількості бульбочок на коренях рослин. Така взаємодія не тільки підвищує здатність рослин ефективно засвоювати азот, але й зміцнює їхню здатність переносити негативні умови зовнішнього середовища.

Додатково бактерії роду *Pseudomonas* можуть синтезувати фітогормони та захисні агенти проти фітопатогенів, що стимулює розвиток рослин та їхню загальну стійкість до хвороб. Це

здатне забезпечити синергичний ефект, коли сумісне застосування *B. japonicum* і *Pseudomonas* spp. не тільки покращує азотне живлення, але й зміцнює імунітет рослин та їхні адаптивні здібності.

Отже, інтеграція цих мікроорганізмів у агротехнічні практики може значно підвищити продуктивність сої, покращуючи не тільки здоров'я рослин та врожайність, але й ефективність використання ресурсів у сільському господарстві. Такий підхід відкриває нові перспективи для стійкого розвитку аграрного сектора, що є особливо актуальним у контексті глобальних змін клімату та щораз більших екологічних викликів.

УДК 633.34:581.557

## **МОДЕЛЮВАННЯ ПРОДУКТИВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ СОЄВО-РИЗОБІАЛЬНИХ СИСТЕМ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ**

**О. М. Мурач<sup>1</sup>, С. І. Бердін<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Інститут сільського господарства Північного Сходу НААН  
вул. Зелена, 1; с. Сад, Сумський район, Сумська обл., 40002,  
Україна*

<sup>2</sup>*Сумський національний аграрний університет  
вул. Герасима Кондратьєва, 160; м. Суми, 40021, Україна  
e-mail: serdante00@gmail.com*

Сучасні дослідження ефективності інокулянтів та біорегуляторів у посівах сої спрямовані на вивчення впливу біопрепаратів на ефективність симбіотичних структур — складової частин ризосфери культури. Результати цих досліджень зазвичай приводяться як закономірності дискретних значень, тобто досліджувані фактори варіанту (наприклад, норми та строки

внесення препаратів) встановлюють визначені вихідні параметри.

Метою наших досліджень було визначення загальних закономірностей впливу препаратів на продуктивність сої на підставі регресійного аналізу змін показників симбіотичного апарату та параметрів рослин.

Дані для регресійного аналізу взяті з дослідів, в якому досліджували вплив інокулянту Ризогумін (2 кг/т) та регулятора росту Біоглобін. Фактор А (обробка насіння) передбачав варіанти контролю, інокуляції, обробки біорегулятором (2 кг/т); фактор Б (обробка рослин по вегетації) — контроль та обробка посівів у фазу бутонізації (1,0 л/г).

На підставі побудови кореляційної матриці досліджуваних параметрів (зазначені позитивні зв'язки на рівні  $r = 0,95-1,00$ ) визначено, що на масу зерна з рослини, окрім прямих чинників впливу (кількість насінин, маси 1000 насінин), діють непрямі чинники впливу, як із групи ризобіальних показників, так і інших досліджуваних груп.

Ці закономірності дозволили побудувати лінійні регресійні рівняння впливу факторів на формування маси зерна на рослині сої різними групами факторів

Рівняння, яке враховувало всі фактори впливу ( $R^2 = 0,999$ ), мало такий вигляд:

$$Y_1 = +0,0289720 \cdot A_1 + 0,0908943 \cdot A_2 + 0,397384 \cdot X_1 + 0,0539939 \cdot M_1,$$

де  $Y_1$  — маса зерна з рослини, г;

$A_1$  — кількість бобів, шт.;

$A_2$  — кількість насінин, шт.;

$X_1$  — азотфіксувальна активність, мкмоль  $C_2H_4$ /рослину за годину (фаза цвітіння);

$M_1$  — суха речовина надземної частини, г (фаза цвітіння).

Рівняння непрямих чинників впливу ( $R^2 = 0,998$ ):

$$Y_1 = -1,01254 \cdot X_4 + 0,0383247 \cdot X_5 + 0,223498 \cdot M_1 - \\ -0,351219 \cdot M_2 + 0,00938906 \cdot P_3,$$

де  $X_4$  — суха маса бульбочок, г (фаза утворення бобів);  
 $X_5$  — кількість бульбочок, од./роsl. (фаза цвітіння);  
 $M_2$  — суха речовина надземної частини, г (фаза утворення бобів);  
 $P_3$  — вміст пігментів  $a+b$ , мг/100 г (фаза цвітіння).

Рівняння впливу групи ризобіальних показників ( $R^2 = 0,984$ ):

$$Y_1 = +2,01266 + 1,01158 \cdot X_1 + 1,07916 \cdot X_4.$$

Отже, азотфіксувальна активність у фазу цвітіння та суха маса бульбочок у фазу утворення бобів визначені як основний фактор впливу соєво-ризобіальних систем на продуктивність рослин сої.

УДК 579.266:631.461.7

## **EFFECTIVENESS OF BACTERIZATION OF WHEAT GRAIN WITH A SOIL STRAIN OF STREPTOMYCES GENUS**

**K. Ovechkina, I. Korovin, K. Lavrentieva, V. Gavryliuk, T. Sklyar**

*Oles Honchar Dnipro National University  
Nauky Avenue, 72; Dnipro, 49045, Ukraine  
e-mail: biomedgurt@gmail.com*

Many scientific works are devoted to the study of streptomycetes' abilities to produce of compounds (siderophores, 3-indolyl-acetic acid, auxins), having direct stimulating effect on agricultural

crops. According to the State Customs Service, wheat is a main grain crop culture of Ukraine, which is exported in large quantities to countries near and far abroad. Therefore, there is a necessary to investigate the ways to increase the yield of this strategically important crop culture.

The aim of this work was to assess the impact of cultural liquid of *Streptomyces* sp. 31 on the formation of wheat seedlings (“Lada Odesska”). For this, the method of bacterization was used. Cultural liquid of *Streptomyces* sp. 31 was taken in concentrations: 1.0 % (0.007 mg protein/ml), 10.0 % (0.06 mg protein/ml), 50.0 % (0.2 mg protein/ml), 100.0 % (0.55 mg protein/ml). Soaking time was: 1, 6, 12 and 18 hours. After 7 days since the bacterization, the length of the green part of the seedlings was measured, the length of each of the roots and their sum, as well as the weight of the plants.

An increase in growth of the green part of the plants, the total length of the roots and an increase in the weight of seedlings during the treatment of grains with cultural liquids, which contained 0.55 mg protein/ml (undiluted) and 0.2 mg protein/ml (diluted 1:1), was noted already after bacterization within an hour. Extension of time bacterization was not influenced in the measured indicators. Regardless time of processing grains with culture liquids with a protein concentration of 0.55 mg/ml and 0.2 mg/ml the average length of wheat seedlings exceeded control indicator by 0.5 cm, the total length of the roots — 5–6 cm, weight 10 plants — 20 mg.

To achieve the same levels of values in measured indicators of seedlings by bacterization of grains with more diluted cultural liquids of *Streptomyces* sp. 31 (1:10 and 1:100), a necessary condition was the extension of time sterilization up to 12–18 hours.

Thus, it was established that for obtaining of growth-stimulating effect it was enough the bacterization of wheat grain with culture liquid of *Streptomyces* sp. 31 in a 1:1 dilution for an hour.

УДК 633.1:633.4:631.8

## **ВПЛИВ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІН В УМОВАХ ЧЕРНІГІВСЬКОГО ПОЛІССЯ**

**М. М. Пархоменко**

*Національний університет «Чернігівська політехніка»  
вул. Шевченка, 95; м. Чернігів, 14030, Україна  
e-mail: miroslav.parkhomenko@gmail.com*

Короткоротаційні сівозміни в сучасних умовах є реальною альтернативою монокультури в аграрному виробництві. Поглиблене вивчення дії різних систем удобрення на зміну продуктивності таких сівозмін необхідне на дерново-підзолистих ґрунтах Чернігівського Полісся, адже агроресурсний потенціал цієї території недостатньо реалізується у зв'язку з несприятливими фізико-хімічними властивостями ґрунтів, низьким вмістом поживних речовин і гумусу. Тому наукове обґрунтування застосування різних видів добрив, і особливо альтернативних систем удобрення, за використання мікробних препаратів на фоні сидерації в зоні Чернігівського Полісся є одним із важливих напрямів аграрної науки.

Метою роботи було дослідження впливу мікробних препаратів на продуктивність короткоротаційних сівозмін в умовах Чернігівського Полісся.

Польові дослідження проводили в зерновій та зерно-картопляній короткоротаційних сівозмінах методом розщеплення ділянок стаціонарного польового дослідження на двох фонах: I — без інокуляції та II — з інокуляцією. Підбір мікробних препаратів для інокуляції насіння здійснювали залежно від культури сівозміни згідно з рекомендаціями щодо їхнього застосування. Середня сівозмінна норма внесення мінеральних добрив —  $N_{60}P_{50}K_{60}$ , органічних (гній) — 10 т/га. На фоні інокуляції дози технічного фосфору та азоту зменшували на 20 кг/га в діючій

речовині. Як сидеральні культури вирощували люпин вузьколистий та жито озиме.

Результати досліджень за 2016–2020 рр. показують, що найвищу урожайність та продуктивність культур обох сівозмін забезпечила органо-мінеральна система удобрення із середньорічним внесенням на 1 га площі 10 т гною в поєднанні з сидератом люпином вузьколистим на фоні мінеральних добрив у нормі  $N_{60}P_{50}K_{60}$ . У зерно-картопляній короткоротаційній сівозміні середня продуктивність при застосуванні органо-мінеральної системи удобрення за період досліджень становила відповідно до фонів I та II: 4,72 і 5,35 т к. од./га, що на 30 % і 33 % вище від показників варіанту застосування мінеральної системи удобрення. У зерновій короткоротаційній сівозміні продуктивність при застосуванні органо-мінеральної системи удобрення — 5,82 т к. од./га на фоні без інокуляції та 6,17 т к. од./га на фоні інокуляції, що відповідно на 1,85 т к. од./га та 1,69 т к. од./га більше ніж значення, отримані за мінеральної системи удобрення.

Застосування мікробних препаратів дало змогу додатково отримати на всіх варіантах досліджу 0,24–0,55 т/га жита озимого, 0,87–2,8 т/га картоплі, 0,16–0,52 т/га вівса, 0,15–0,19 т/га пшениці ярої, 0,17–0,34 т/га кукурудзи, 0,04–0,42 т/га люпину вузьколистого та 0,11–0,57 т/га пшениці озимої. За рахунок дії мікробних препаратів спостерігали підвищення продуктивності зерно-картопляної сівозміні на 10–13 % та зернової — на 5–11 % на усіх варіантах. Застосування мікробних препаратів забезпечило найвищий приріст (13 %) на варіантах «сидерат (люпин вузьколистий) + гній 10 т/га +  $N_{60}P_{50}K_{60}$ » і «сидерат (люпин вузьколистий) +  $N_{60}P_{50}K_{60}$ » у зерно-картопляній короткоротаційній сівозміні. Найнижчий приріст від інокуляції (5 %) за роки досліджень відзначено на варіантах «гній 20 т/га» і «гній 10 т/га +  $N_{60}P_{50}K_{60}$ » у зерновій короткоротаційній сівозміні.

Отже, органо-мінеральна система удобрення на основі органічних добрив — гною середньосівозмінною дозою 10 т/га та бобового сидерату і мінеральних добрив  $N_{60}P_{50}K_{60}$  — упродовж

ротації зернової та зерно-картопляної короткоротаційних сіво-  
змін забезпечила найкращий рівень кореневого живлення куль-  
тур і, як наслідок, найвищу їхню урожайність та продуктив-  
ність.

УДК 63:579.64

## **ВПЛИВ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИЙ ПІДХІД ДО ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА**

**С. О. Петренко, А. В. Родіонов, О. І. Олійник**

*Інститут кліматично орієнтованого сільського  
господарства НААН*

*вул. Маяцька дорога, 24; с-ще Хлібодарське, Одеський р-н,  
Одеська обл., 67667, Україна*

*e-mail: petrenko\_s\_a\_@ukr.net*

Сьогодні соняшник став однією з провідних культур, яким надають перевагу виробники сільськогосподарської продукції завдяки досить високій рентабельності виробництва та значному попиту на внутрішньому та зовнішньому ринках України. Це призвело до підвищення насиченості соняшником сівозмін. На тлі суттєвих змін, які відбуваються в природних екосистемах України, що стали наслідком впливу багатьох факторів (антропогенний вплив на природне середовище, зміни клімату), спостерігається тенденція до зміни пріоритетів у культурі землеробства, оскільки надмірне техногенне навантаження призвело до значного посилення ерозійних процесів на ґрунтах, погіршення водного і поживного режимів, а також головних показників родючості найкращих чорноземних: ґрунтів. На це вплинуло ще й масове порушення сівозмін через значне збільшення посівних площ під соняшником (у деяких випадках майже до

40 %). У зв'язку із такою складною ситуацією для формування врожаю високої якості виникає гостра потреба в оптимізації живлення сільськогосподарських культур, яка передбачає забезпечення рослин на всіх етапах їхнього росту й розвитку як макроелементами (азотом, фосфором, калієм), так і мікроелементами, що використовуються в значно меншій кількості, проте відіграють важливу роль у життєдіяльності рослин.

Біологічні препарати відіграють ключову роль у реалізації екологічно безпечного підходу до вирощування сільськогосподарських культур. Стрімке зростання цін на мінеральні добрива та їх дефіцит в Україні дедалі частіше підштовхує аграріїв до вибору біопрепаратів. Сучасний український ринок пропонує та впроваджує низку біопрепаратів, які допомагають знижувати використання пестицидів, сприяючи відновленню родючості ґрунтів. Біопрепарати виявляють високу ефективність у покращенні живлення рослин, сприяючи їх забезпеченню необхідними поживними речовинами. Завдяки корисним мікроорганізмам вони допомагають рослинам засвоювати поживні елементи як з ґрунту, так і з добрив. Результат — підвищена продуктивність та якість урожаю. Біопрепарати також сприяють стимуляції росту та розвитку рослин. Вони підвищують стійкість рослин до стресових ситуацій і хвороб, забезпечуючи оптимальне середовище для їхнього росту. Враховуючи вищезазначене, а також значне здорожчання мінеральних добрив, засобів захисту рослин від шкідливих організмів, постає необхідність зменшення їх використання на посівах соняшнику, що спонукає аграріїв і науковців до пошуку, вивчення і застосування у виробництві продукції рослинництва альтернативних джерел надходження поживних речовин. Одним із перспективних напрямів забезпечення оптимального живлення рослин є використання безпечних для довкілля біологічних препаратів, що дозволяє не тільки оптимізувати ресурсоощадні технології вирощування, але й повніше використовувати природний потенціал цієї олійної культури.

Основною метою досліджень було встановлення впливу біологічних препаратів на продуктивність соняшнику й наукове обґрунтування їх дозування за різних способів внесення. Дослідження виконували в умовах фермерського господарства ФГ «МАТИЄНКО В. М.» у Вінницькій області. Упродовж 2023–2024 рр. проводили польові дослід з гібридом соняшнику НК КОНДІ (НК KONDI) «Сингента» (Syngenta AG). Обробку рослин проводили препаратами Біонорма фосфор, 0,5 л на 100 кг насіння, 5,0 та 10,0 л/га; Суспензії Хлорели 20,0 л/га ручним оприскувачем у фази 3–4 пар листків та бутонізації. Біонорма фосфор — це препарат ґрунтових спорових бактерій та мікроміцетів, які характеризуються високою фосфатмобілізувальною активністю, призначений для покращення фосфорного живлення сільськогосподарських культур. Діюча речовина — ґрунтові спорові бактерії *Bacillus megaterium*, *Bacillus amyloliquefaciens*, мікроміцети *Trichoderma harzianum*. Загальна площа ділянок — 80 м<sup>2</sup>, облікових — 50 м<sup>2</sup>, повторність досліду — триразова. Тип ґрунту — суглинки (важкі глинисті) з вмістом гумусу в орному шарі 3,3–3,5 % та середньою забезпеченістю рухомими формами азоту, фосфору q калію. Насіння соняшника перед сівбою протруювали фунгіцидними препаратами, що містять металаксил-М та флуодіксоніл з додаванням Суспензії Хлорели.

Згідно з отриманими результатами, найбільший вплив на захист вегетуючих рослин та формування врожайності має внесення мікробіологічного біопрепарату Біонорма фосфор у дозі 10,0 л/га. Біологічна ефективність — 71–91 %. Головними показниками товарної придатності насіння соняшника до промислової переробки є показники технологічної якості урожаю насіння. Найкращі показники технологічної якості соняшнику отримано у варіанті з внесенням біологічного препарату (10,0 л/га) разом із ґрунтовим гербіцидом, що дозволило отримати 74,9 % чистого ядра із вмістом білка 19,2 %. Інші варіанти внесення препарату Біонорма фосфор у досліді забезпечили дещо нижчі показники технологічної якості насіння соняшнику, проте

загалом була показана достатня ефективність від внесення мікробіологічного препарату Біонорма фосфор при вирощуванні соняшнику. Використання біопрепарату під час вирощування соняшнику показало його ефективність і дозволило підвищити врожайність щодо контрольного варіанта (без використання мікробних біопрепаратів). Найкращі показники біометричних вимірювань, врожайності і якості насіння забезпечено у варіанті внесення препарату Біонорма фосфор 10,0 л/га одночасно з ґрунтовим гербіцидом, зокрема урожайність була на 19,5 % вищою за контроль. Варто зазначити, що за цього варіанту внесення вищою за контроль на 17,3 % була також і маса 1000 насінин, що дозволило збільшити вихід чистого ядра на 2,7 %.

УДК 579.64:57.083.223:631.89:87

## **ВПЛИВ БІОЛОГІЧНОЇ МОДИФІКАЦІЇ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА ПЛОЩУ ЛИСТКОВОГО АПАРАТУ РОСЛИН КАРТОПЛІ**

**Т. С. Сасіна**

*Інститут сільськогосподарської мікробіології  
та агропромислового виробництва НААН  
вул. Шевченка, 97; м. Чернігів, 14030, Україна  
e-mail: taniateri5@gmail.com*

Інтенсивне використання мінеральних добрив, яке спостерігається в останні десятиліття, призводить до погіршення екологічного стану ґрунтів, водойм і атмосфери. Зазначені негаразди спостерігаються переважно через низькі рівні засвоєння культурними рослинами діючої речовини з добрив. Так, ступені засвоєння рослинами азоту з туків є в межах 35–50 %, фосфору — близько 20 %, калію — від 25 % до 65 % залежно від типу

грунту (Кореньков, 1991; Vitousek et al., 1997; Tilman, 1998). Це спонукає виробників сільськогосподарської продукції збільшувати дози мінеральних добрив, що загострює проблему. З огляду на це, пошук шляхів підвищення ефективності мінеральних добрив стає дедалі актуальнішим.

Одним із можливих рішень є збагачення мінеральних добрив агрономічно цінними мікроорганізмами. Цей вектор досліджень розвивається в Інституті сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН. У попередні роки нами селекціоновано штами-представники роду *Bacillus*, які характеризуються, крім властивостей розчиняти мінеральні сполуки фосфору, стимулювати ріст і розвиток рослин та обмежувати розвиток фітопатогенних мікроміцетів, також і стійкістю до агресивних умов середовища, зокрема до існування на поверхні мінеральних добрив. Ефективність збагаченого мінерального добрива азофоски зазначеними штамми перевіряється нами в лабораторних та польових дослідках при вирощуванні картоплі. У попередні роки нами встановлено позитивний вплив біомодифікованої азофоски, застосованої локально, на урожайність картоплі.

У 2024 р. в умовах дрібноділянкового польового дослідку на дерново-підзолистому ґрунті за вирощування картоплі сорту Беллароза досліджено вплив біомодифікованої азофоски на площу листкового апарату культури. Отримані результати свідчать про суттєве зростання показників у всіх дослідних варіантах (табл.). Найбільший вплив на формування площі листкової поверхні рослин картоплі відзначено у варіантах зі збагаченням добрива *Bacillus* sp. 102 та *Bacillus* sp. 5<sub>13</sub>.

Отже, нами показано позитивний вплив біологічно модифікованої азофоски на формування площі листкового апарату рослин картоплі. Це свідчить про перспективність подальших досліджень зі збагачення мінеральних добрив агрономічно цінними мікроорганізмами.

*Таблиця. Площа листового апарату рослин картоплі, фаза цвітіння*

Варіанти досліду	Площа листового апарату, м <sup>2</sup> /га
N <sub>80</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub> (без збагачення мікроорганізмами), контроль	4070 ± 292
N <sub>80</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub> + <i>Bacillus</i> sp. 102	9177 ± 686
N <sub>80</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub> + <i>Bacillus</i> sp. 37	7703 ± 798
N <sub>80</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub> + <i>Bacillus</i> sp. 513	8711 ± 728

УДК 579.2:579.6:581.1:581.4:582.73

**ПРОДУКТИВНІСТЬ ГОРОХУ В УМОВАХ  
ПОЛІССЯ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ  
ВИРОЩУВАННЯ**

**Ю. В. Турейський**

*Національний університет «Чернігівський колегіум»  
імені Т. Г. Шевченка*

*вул. Гетьмана Полуботка, 53; м. Чернігів, 14013, Україна  
e-mail: tro9n84@gmail.com*

Горох має велике продовольче, кормове та агротехнічне значення. Проте він дуже вимогливий до умов вирощування, тому часто не реалізує генетичний потенціал продуктивності за дії несприятливих факторів (Паламарчук, 2012). Переваги бобових культур перед іншими — в їхній здатності до засвоєння атмосферного азоту в симбіозі з бульбочковими бактеріями. Проте вона може реалізуватися лише за створення в ґрунті умов, що сприяють його формуванню (Волкогон та ін., 2015). Використання новітніх біопрепаратів у технологіях вирощування

бобових культур забезпечує рослини біологічним азотом, що суттєво покращує їх живлення, сприяє якісним змінам показників продукції та позитивній спрямованості в балансі азоту в сівознах (Волкогон та ін., 2021). Ефективність бобово-ризобіального симбіозу залежить і від наявності мікроелементів. Моліден і бор поліпшують надходження азоту в рослини, цинк сприяє більш ефективному засвоєнню ними калію та магнію, мідь впливає на азотний обмін у рослинах та активність фотосинтезу. Посилення нодуляційної активності бульбочкових бактерій гороху можна досягти шляхом їх інкубації з лектином рослини-хазяїна (Кириченко, 2009).

Метою наших досліджень було вивчення росту і розвитку рослин гороху за дії передпосівної бактеризації *Rhizobium leguminosarum* 31, активованих гомологічним лектином та підживлення рослин комплексним мікродобривом «Найс бобові».

У польовому досліді з горохом сорту Оплот у 2024 році було передбачено варіанти: 1) контроль (без обробки); 2) передпосівна бактеризація *R. leguminosarum* 31; 3) передпосівна бактеризація *R. leguminosarum* 31, культивованим із лектином гороху; 4) передпосівна бактеризація *R. leguminosarum* 31, культивованим із лектином гороху, та позакореневе листкове підживлення рослин мікродобривом.

У дослідженнях встановлено, що висота рослин гороху у фазу цвітіння в контролі становила в середньому 48,6 см. Внаслідок передпосівної бактеризації *R. leguminosarum* 31 та ризобіями, активованими лектином гороху, досліджуваний показник перевищив варіант без обробки, відповідно, на 17 % і 24 %. За додаткового підживлення рослин гороху комплексним мікродобривом «Найс бобові» їх висота перевищила контроль на 29 %.

У варіанті з передпосівною інокуляцією насіння *R. leguminosarum* 31 кількість бульбочок становила 81,3 од./рослину. Передпосівна обробка гороху бактеріями, інкубованими з гомологічним лектином, сприяла збільшенню цього показника до

98,5 од./рослину, що на 21 % вище, як порівняти з використанням ризобій, вирощених без лектину гороху. Проте найвища кількість корневих бульбочок була у варіанті з додатковим застосуванням мікродобрива: 108,6 од./рослину.

Наведені дані свідчать про більш інтенсивний розвиток рослин за дії використаних препаратів, що забезпечило вищу інтенсивність процесів азотфіксації та фотосинтезу. Це зі свого боку сприяло збільшенню врожайності гороху, яка в контролі становила 2,04 т/га. Так, передпосівна бактеризація *R. leguminosarum* 31 сприяла збільшенню приросту врожаю щодо контрольного варіанту на 0,33 т/га, а використання ризобій, культивованих із лектином гороху, — на 0,59 т/га. За дії комплексу мікроелементів приріст урожаю збільшився на 0,66 т/га проти контролю.

Отже, передпосівна обробка насіння гороху ризобіями, активованими гомологічним лектином, та позакореневе листкове підживлення рослин комплексним мікродобривом сприяло більш інтенсивному формуванню бобово-ризобіального симбіозу, що забезпечило інтенсивніший розвиток рослин і найвищий приріст урожаю.

УДК 579.64/57.083.223

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ *VACILLUS* SP. 22 ПРИ ВИРОЩУВАННІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ**

**Л. А. Шевченко<sup>1,2</sup>, Т. С. Сасіна<sup>1</sup>, В. В. Глушаков<sup>1</sup>,  
І. М. Бондар<sup>1,2</sup>, М. М. Селінний<sup>2</sup>, С. Б. Дімова<sup>1</sup>,  
К. І. Волкогон<sup>1</sup>, І. А. Земська<sup>1</sup>, В. В. Волкогон<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Інститут сільськогосподарської мікробіології  
та агропромислового виробництва НААН  
вул. Шевченка, 97; м. Чернігів, 14030, Україна*

*<sup>2</sup>Національний університет «Чернігівська політехніка»  
вул. Шевченка, 95; м. Чернігів, 14030, Україна*

*e-mail: shevchenkolyubov@ukr.net*

Сьогодні на основі агрономічно корисних мікроорганізмів, які сприяють росту й розвитку рослин (PGPM), у багатьох наукових центрах різних країн розробляються біологічні препарати, які все частіше розглядаються як екологічно обґрунтоване доповнення (а інколи й альтернатива) агрохімікатам з потенціалом розв'язання двох глобальних проблем — продовольчої безпеки та екологічної стійкості аграрного виробництва. PGPM діють як біодобрива, коли вони збільшують доступність для рослин основних поживних речовин, насамперед азоту і фосфору, через активізацію біологічної фіксації азоту і розчинення / мінералізацію фосфатів у кореневій зоні рослин. Інтродуковані в агроценоз мікроорганізми можуть також безпосередньо сприяти росту рослин, забезпечуючи або змінюючи метаболізм фітогормонів, таких як ауксини, цитокініни, абсцизова кислота, гібереліни, а також сприяючи обмеженню розвитку збудників захворювань сільськогосподарських культур як через трофічні обмеження, так і внаслідок індукції системної резистентності. Крім

цього, інокульовані рослини можуть певною мірою набувати стійкості до абіотичних стресів, таких як посуха, засолення, токсичність важких металів.

Дослідження, спрямовані на отримання агрономічно корисних штамів мікроорганізмів та визначення їхньої ефективності проводяться в Інституті сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН. Нами раніше із гранул мінерального добрива азофоски ізольовано бактеріальний штам *Bacillus* sp. 22, який характеризується підвищеною активністю розчинення мінеральних фосфатів, целюлозолітичною здатністю та високими рістстимульовальними властивостями. Ефективність штаму як агрономічно цінної бактерії випробовували в умовах польового досліді з пшеницею озимого сорту Здоба Київська при вирощуванні культури на дерново-підзолистому ґрунті. Штам використовували для передпосівної інокуляції насіння з розрахунку 150 мл бактеріальної суспензії / гектарну норму насіння (200 кг). Титр суспензії становив  $1 \cdot 10^9$  кл./мл. Пшеницю озиму вирощували по фоні  $N_{60}P_{60}K_{60}$ .

Аналіз структури урожаю демонструє суттєві зміни показників довжини колосу, кількості колосків у колосі, кількості зернин у колосі, маси зерна з 1 колосу та маси 1000 насінин за дії передпосівної інокуляції насіння (табл.).

Позитивний вплив бактеризації на формування урожайності культури пояснюється здатністю *Bacillus* sp. 22 до розчинення мінеральних сполук фосфору, продукування гідролітичних ферментів та синтезу фітогормонів, що могло покращити умови живлення рослин пшениці та оптимізувати інші параметри продукційного процесу культури.

*Таблиця. Урожайність та структура урожаю пшениці озимої за впливу *Bacillus sp.* 22*

Показники	Контроль (обробка насіння водою)	Передпосівна бактеризація насіння
Довжина колосу, см	48,92 ± 0,66	54,27 ± 1,65
Кількість колосків у колосі, шт.	10,48 ± 0,20	12,15 ± 0,32
Кількість зернин у колосі, шт.	19,62 ± 1,04	24,45 ± 3,05
Маса зерна з 1 колосу, г	0,91 ± 0,05	1,18 ± 0,10
Маса 1000 насінин, г	45,50 ± 0,10	48,26 ± 0,14
Урожайність, т/га	3,4	4,5

# **БІОЛОГІЧНИЙ ЗАХИСТ РОСЛИН ВІД ХВОРОБ І ШКІДНИКІВ**

УДК 632.98

## **СУЧАСНІ БІОПРЕПАРАТИ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ФІТОСАНІТАРНОГО СТАНУ ЗЕРНОВИХ АГРОЦЕНОЗІВ**

**А. Г. Бабич<sup>1</sup>, О. А. Бабич<sup>1</sup>, Л. О. Білявська<sup>2</sup>,  
Д. В. Приходько<sup>1</sup>, В. Ю. Кадук<sup>1</sup>, І. В. Приходько<sup>1</sup>,  
М. В. Вербовський<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Національний університет біоресурсів  
і природокористування України*

*вул. Героїв Оборони, 15; м. Київ, 03041, Україна*

*<sup>2</sup>Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного  
НАН України*

*вул. Академіка Заболотного, 154; м. Київ, 03143, Україна*

*e-mail: BabichOA@nubip.edu.ua*

Збільшення виробництва зерна є одним із пріоритетів сучасного сільського господарства. У розв'язанні цієї проблеми основну роль відіграють зернові колосові культури, серед яких чільне місце належить пшениці. Ефективне контролювання хвороб і шкідників, а також чітке дотримання технології вирощування, забезпечать отримання високих і стабільних урожаїв цієї цінної зернової культури.

Основним заходом для запобігання масового накопичення фітопаразитичних нематод упродовж тривалого часу вважалося використання багатопільних сівозмін з чергуванням зернових та просапних культур. Цей прийом не завжди забезпечував зниження чисельності паразитичних видів до економічно

невідчутного рівня, але його вплив на щільність популяцій нематод був досить значним.

Проте в останні десятиліття відбулися значні зміни в структурі посівних площ, які зумовили перехід на вирощування сільськогосподарських культур переважно в сівозмінах з короткою ротацією. За високого насичення сівозмін зерновими колосовими істотно зростає рівень чисельності фітопаразитичних нематод та їх питома частка в комплексі шкідливих організмів. В цих умовах надзвичайно актуальним є всебічне вивчення комплексів фітонематод пшениці озимої та розробка, насамперед превентивних, заходів їх контролю.

Зокрема, нами проведено низку дослідів щодо вивчення впливу на фітопаразитичних нематод перспективних композиційних біопрепаратів. Досліди проводили із застосуванням мікробіологічних препаратів на основі токсинів ґрунтових стрептоміцетів авермектинової групи *Streptomyces avermitilis* IMB Ac-5015 (0,04 л/т), а також *Bacillus thuringiensis* Mbt-6 IMB B-7804, *Bacillus thuringiensis* Mbt-8 IMB B-7805, *Pseudomonas aureofaciens* B-7559 (1,0 л/т).

Польові дослідження засвідчили високу протинематодну ефективність використання мікробіологічних препаратів за передпосівної обробки насіння, особливо впродовж перших 10–15 діб після появи сходів.

Враховуючи відсутність нематицидів в «Переліку пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні», що унеможливує використання хімічного методу, який є основним для контролю чисельності багатьох видів шкідників, хвороб і бур'янів, застосування розроблених біопрепаратів у комплексі з іншими екологічно-безпечними заходами, дозволить покращити фітосанітарний стан сучасних агроценозів України.

УДК 632.98

## ВИСОКОЕФЕКТИВНІ БІОПРЕПАРАТИ ДЛЯ РЕГУЛЯЦІЇ ЧИСЕЛЬНОСТІ ФІТОПАРАЗИТИЧНИХ НЕМАТОД КАРТОПЛІ

О. А. Бабич<sup>1</sup>, А. Г. Бабич<sup>1</sup>, Л. О. Білявська<sup>2</sup>,  
Я. А. Дзюман<sup>1</sup>, О. Ю. Чеберяк<sup>1</sup>, В. А. Пашковський<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Національний університет біоресурсів  
і природокористування України

вул. Героїв Оборони, 15; м. Київ, 03041, Україна

<sup>2</sup>Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного  
НАН України

вул. Академіка Заболотного, 154; м. Київ, 03143, Україна

e-mail: BabichOA@nubip.edu.ua

Картоплярство в Україні — провідна галузь сільського господарства, а картопля для українців є другим хлібом. Проте при вирощуванні цієї важливої продовольчої культури виникає низка проблем, однією з яких є захист рослин від шкідників та хвороб, які завдають значних економічних збитків і знижують якість урожаю. Тому підтримання угідь у належному фітосанітарному стані — одне з найважливіших завдань картоплярів, від розв'язання якого значною мірою залежить врожайність та якість бульб.

Одними з найбільш небезпечних шкідливих організмів картоплі та інших пасльонових культур є стеблова (бульбова) картопляна нематода *Ditylenchus destructor* (Thorne, 1945), золотиста картопляна цистоутворююча нематода (ЗКЦН, ЗКН, ЗН) *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) Behrens, 1975 та біла картопляна цистоутворююча нематода *Globodera pallida* (Stone, 1973) (EPPO, 2013).

Поширення цих проблемних нематод, серед яких останні два види є карантинними, зумовлене недотриманням фітосані-

тарних заходів та відсутністю хімічних нематодцидів у «Переліку пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні» (Babych et al., 2014). Все це спонукає науковців до пошуків нових способів регуляції чисельності картопляних нематод, серед яких одним із найбільш перспективних є використання біологічних авермектинів. Враховуючи вищевикладене, нами вивчена технічна й господарська ефективність експериментальних біологічних препаратів, а саме бакової суміші *Streptomyces avermitilis* ІМВ Ас-5015 + солі гумінових кислот (1:24) та *Bacillus thuringiensis* Мbt-6 ІМВ В-7804 + *Streptomyces avermitilis* ІМВ Ас-5015 + солі гумінових кислот (1:24).

У підсумку проведених досліджень встановлено, що передпосадкова обробка бульб композиційними мікробіологічними препаратами забезпечувала зниження ураження сходів картоплі інвазійними личинками на термін до 15 діб. У наступний період заселеність коренів нематодами поступово збільшувалась. Разом з тим вона не досягала рівнів інвазування рослин, на відміну від контролю (без обробки). Захист початкових фаз росту та розвитку картоплі забезпечив додаткове отримання у варіанті досліду *S. avermitilis* ІМВ Ас-5015 + солі гумінових кислот — 0,82 т/га, а при застосуванні *S. avermitilis* ІМВ Ас-5015 + солі гумінових кислот (1:24) + *B. thuringiensis* Мbt-6 ІМВ В-7804 — 1,14 т/га.

Передпосадкову обробку бульб біологічними препаратами, що проявляють нематодцидні властивості, вважаємо перспективним заходом в інтегрованій системі захисту картоплі від шкідливих організмів.

УДК 633.16:632.25:632.9

## **ВПЛИВ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ОБМЕЖЕННЯ РОЗВИТКУ БОРОШНИСТОЇ РОСИ НА ЯЧМЕНІ ОЗИМОМУ**

**Г. Я. Біловус, О. Н. Пристацька, О. А. Вашишин**

*Інститут сільського господарства Карпатського  
регіону НААН*

*вул. Грушевського, 5; с. Оброшине, Львівський р-н,  
Львівська обл., 81115, Україна*

*e-mail: bilovus.galina72@gmail.com*

Виробництво аграрної продукції можна збільшити завдяки заходам, спрямованим на зниження втрат урожаю сільськогосподарських культур від шкідливих організмів, які сягають 25–30 %, інколи більше.

Як свідчить вітчизняний та зарубіжний досвід, оптимальне розв'язання проблеми захисту рослин від шкідливих організмів можливе лише у рамках комплексного підходу. Екологічно орієнтованими заходами захисту культурних рослин від шкідливих організмів є впровадження стійких до них сортів та застосування біологічних засобів захисту.

У середньому потенційні втрати врожаю ячменю озимого від хвороб становлять 10–15 %, а при наявності комплексу хвороб, епіфітотії яких можуть накладатися, вони можуть сягати 40–60 %.

У зв'язку з цим метою наших досліджень було вивчення впливу біологічних препаратів на обмеження розвитку борошнистої роси на ячмені озимому.

Дослідження проводили в Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН на ячмені озимому сорту Збруч за загальноприйнятими в фітопатології методиками впродовж 2021–2023 рр. Повторність досліду — чотириразова, облікова площа — 100 м<sup>2</sup> (25 м<sup>2</sup> × 4 м), загальна кількість варіантів — 8.

ISBN 978-617-7570-78-2

На полях лабораторії захисту рослин проводили дослід за такою схемою:

- 1) контроль (абсолютний);
- 2) контроль (без обробки насіння) +  $N_{30}P_{60}K_{60}$  (осіннє внесення) + ( $N_{20}$  + нутрімакс, IV етап + нітроТОП, VIII етап);
- 3) вінцит 050 CS (2,0 л/т) +  $N_{30}P_{60}K_{60}$  (осіннє внесення) + ( $N_{20}$  + нутрімакс, IV етап + нітроТОП, VIII етап) + авіатор Хрго 225 ЕС, к. е. (0,8 л/га);
- 4) бактофіт (2,0 л/т) +  $N_{30}P_{60}K_{60}$  (осіннє внесення) + ( $N_{20}$  + нутрімакс, IV етап + нітроТОП, VIII етап) + бактофіт (2,0 л/га);
- 5) триходермін СК (2,0 л/т) +  $N_{30}P_{60}K_{60}$  (осіннє внесення) + ( $N_{20}$  + нутрімакс, IV етап + нітроТОП, VIII етап) + триходермін СК (2,0 л/га);
- 6) триходермін-93 (2,0 л/т) +  $N_{30}P_{60}K_{60}$  (осіннє внесення) + ( $N_{20}$  + нутрімакс, IV етап + нітроТОП, VIII етап + триходермін-93 (2,0 л/га);
- 7) бактофіт (2,0 л/т) + триходермін СК (2,0 л/т) +  $N_{30}P_{60}K_{60}$  (осіннє внесення) + ( $N_{20}$  + нутрімакс, IV етап + нітроТОП, VIII етап) + бактофіт (2,0 л/га) + триходермін СК (2,0 л/га);
- 8) бактофіт (2,0 л/т) + триходермін-93 (2,0 л/т) +  $N_{30}P_{60}K_{60}$  (осіннє внесення) + ( $N_{20}$  + нутрімакс, IV етап + нітроТОП, VIII етап) + бактофіт (2,0 л/га) + триходермін-93 (2,0 л/га).

Перед сівбою насіння ячменю озимого обробляли досліджуваними препаратами згідно зі схемою досліджу. Було проведено дворазове обприскування (I — 32 ВВСН, II — 39 ВВСН) досліджуваними препаратами.

Треба відзначити, що за роки досліджень розвиток борошнистої роси у фазі молочної стиглості становив: на контролі (абсолютному) — 11,5–17,8 %, на 4–8-му варіантах, де посіви було оброблено біологічними препаратами, — у 2,2–2,6 рази менше.

Серед біологічних препаратів найвищу технічну ефективність упродовж 2021–2023 рр. отримано при застосуванні бак-

тофіту (2,0 л/га) + триходерміну СК (2,0 л/га), яка становила проти борошністої роси — 61,8 %.

Найбільшу врожайність (4,0 т/га) отримано у варіанті бактофіт (2,0 л/га) + триходермін СК (2,0 л/га).

У подальшому буде проведено дослідження для більш детального вивчення цього питання.

UDC 632.937:579.64

## **BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES IN THE PROTECTION OF AGRICULTURAL PLANTS**

**M. M. Bohdan, H. B. Huliaieva**

*Zabolotny Institute of Microbiology and Virology,  
NAS of Ukraine*

*154 Akademika Zabolotnoho Str., Kyiv, 03143, Ukraine*

*e-mail: b\_mi@ukr.ne*

Today, the protection of agricultural plants from diseases caused by widespread and phylogenetically unrelated phytopathogens — bacteria, fungi, viruses and other pests is the most important economic problem in the world and in Ukraine, since the loss of yield and quality of plant products due to affection to crops by these pathogens is approximately 20–40 % (Khursheed et al., 2022; Reyes-Avila et al., 2024). In modern conditions, the efficiency of agricultural production depends primarily on the successful use of means of protection of agricultural crops from pests and diseases. It is worth noting that the long-term use of chemical pesticides has had numerous negative consequences for the environment and human health (Alewu & Nosiri, 2011; Nicolopoulou-Stamati et al., 2016).

Therefore, the biological method of plant protection should become the basis of the greening of agriculture. The basis of biological

protection is the protection of seeds and plants from diseases and pests, increasing the resistance of plants to phytopathogens, improving plant nutrition and increasing yield, stimulating the growth and development of plants with biologically active substances, improving the structure and fertility of soils (Krutyakova et al., 2018; Ortiz & Sansinenea, 2022; Reyes-Avila et al., 2024).

For this purpose, biologically active substances are usually used, particularly microorganisms and plant extracts, which complement the usual agrotechnical measures of plant protection. The advantage of biological substances is the multifaceted action, which combines the fight against phytopathogens, and diseases caused by them with the nutrition and stimulation of the growth of agricultural plants. The result of their use is increased resistance to pests and increased productivity.

The biological method of protection is based on the use of different microorganisms: bacteria and fungi (*Bacillus*, *Pseudomonas*, *Streptomyces*, *Trichoderma* spp.) with an antagonistic effect on plant pathogens (Yendyo & Pandey 2017; Poveda & Eugui, 2022; Le, 2022 Lahlali et al., 2022). *Bacillus* spore-forming bacteria deserve special attention among these microorganisms, as they are more economically profitable compared to other producers of biologically active substances for use in industrial conditions. The advantage of spore-forming bacteria is the possibility of their presence and reproduction in the soil, which makes them convenient for pretreatment of seed and soil application. Currently, the following bacilli are used as producers of biopesticides: *Bacillus subtilis* (Ongena et al., 2005; Fira et al., 2018; Hashem et al., 2019), *B. amyloliquefaciens* (Xu et al., 2013; Pikovskiy et al., 2020), *B. megaterium* (Shang et al., 2019), *B. thuringiensis* (Ortiz & Sansinenea, 2021, 2022; Unzue et al., 2022), *B. cereus* (Vater et al., 2023), *B. licheniformis* (Fira et al., 2018; Madison et al., 2023), *B. pumilus* (Dobrzynski et al., 2023), *B. mycoides* (Neher et al., 2009). The mechanism of their action on phytopathogens is different, including competition for nutrition,

colonization of the rhizosphere and leaf surface, as well as the synthesis of antibiotics and enzymes.

Recently, in Europe, biopesticides are attracting more and more attention, as they can serve as an environmentally safe substitute for synthetic pesticides. They are considered effective against various pests of agricultural crops and decompose quickly without having a toxic effect on the surrounding environment (Acheuk, et al. 2022). Therefore, bioactive substances produced by microorganisms improve the sustainability of crop production and contain a wide range of compounds that help fight pathogens without risks to the environment (Gwinn, 2018). In addition, biologically active substances in the composition of biological preparations do not cause addiction in pests and resistance in pathogenic microorganisms, which allows them to be effectively used in agricultural practice for years (Tkachenko, 2015).

Thus, biologically active substances that produce beneficial microorganisms occupy an important place in modern agriculture, providing a balance between increasing productivity and maintaining environmental safety.

УДК 632.9/63:579.64+631.811.98

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОПРЕПАРАТІВ НА ПОСІВАХ СОНЯШНИКУ ЗА УМОВ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ**

**О. С. Власюк, Л. С. Квасніцька, Г. П. Войтова**

*Хмельницька державна сільськогосподарська дослідна  
станція Інституту кормів та сільського господарства  
Поділля НААН*

*с. Самчики, Хмельницький р-н, Хмельницька обл., 31182,  
Україна*

*e-mail: vlasukoksana293@ukr.net*

В умовах економічної та екологічної криз сучасного сільського господарства, зниження природної родючості ґрунтів та погіршення якості продукції рослинництва, виникла підвищена увага до екологічного землеробства. Крім того, з потеплінням клімату посилилась інтенсивність ураження рослин більшістю хвороб, розширився ареал і розвиток шкідників та теплолюбних бур'янів, що викликало потребу в удосконаленні систем захисту.

Для соняшнику особливу небезпеку становлять епіфітотії склеротиніозу, фомопсису, а в деякі роки — фомозу, що стали частими в умовах високого насичення культури у структурі посівних площ України.

Одним із шляхів розв'язання комплексу цих проблем є застосування мікробних препаратів захисної та стимулювальної дії. Важливим може бути також внесення у ґрунт біодеструктора рослинних залишків, що дозволить зменшити норму добрив.

На Хмельницькій ДСГДС ІКСГП НААН у 2021–2023 рр. позитивно себе зарекомендували внесення біодеструктора у ґрунт та обробка посівів соняшника екологічно безпечними препаратами. При проведенні досліджень використано загальнонаукові і спеціальні методи, основним із яких є польовий.

Дослідження виконували згідно з такою схемою: I. Чинник А — застосування деструктора рослинних решток: А1) без деструктора (контроль); А2) Органік-баланс біодеструктор, 1,5 л/га. II. Чинник В — обробка посіву: В1) без обробки посівів; В2) Органік-баланс, 0,5 л/га; В3) МікоХелп, 2,5 л/га. Деструктор вносили методом обприскування ґрунту та рослинних решток восени перед дискуванням ґрунту. Обробку посівів біопрепаратами проводили у фази зірочки та цвітіння сояшника.

Результати обліку хвороб підтверджують зменшення ураження сояшника фомозом, фомопсисом і склеротиніозом за використання біопрепаратів. Так, у середньому за 3 роки, поширення фомозу у контролі склало 74 %, а розвиток — 36 %. Обробка посіву препаратами Органік-баланс та МікоХелп знижувала поширення захворювання до 63–72 %, розвиток — до 26–32 %.

Відповідні результати одержано й щодо впливу біопрепаратів на фомопсис сояшника, який уражував у контролі близько 79 % рослин, за розвитку до 38 %. Обробка по листу Органік-баланс знизила поширення хвороби до 65–74 % за розвитку на рівні 26–34 %. Більше обмежувала ураження фомопсисом обробка препаратом МікоХелп, де поширення знижувалося до 65–68 %, а розвиток — до 26–30 %.

Склеротиніоз уражав переважно кошики сояшника, а на стеблах гниль спостерігалася вже на відмерлих рослинах. Поширення хвороби наприкінці вегетації також набувало епіфітотійного значення, близького до 100 %, а розвиток у контролі сягав 61 %. Обробка посіву біопрепаратом Органік-баланс знижувала ураження білою гниллю до 98–99 %, поширення та розвиток — до 50–55 %. Більш ефективним також був біофунгіцид МікоХелп, який сприяв зниженню поширення хвороби до 97 %, а розвитку — до 42–46 %.

Розвиток цих захворювань також був дещо меншим на фоні з внесенням у ґрунт Органік-баланс біодеструктор, як порівняти з фоном без його застосування. Так, на фоні без деструктора

розвиток склеротиніозу складав (залежно від обробки по листу біопрепаратами) 46–61 %, тоді як при заробці його у ґрунт знизився до 42–54 %, фомозу — відповідно, від 27–36 % до 26–33 %, а фомопсису — від 30–38 % до 26–32 % розвитку.

Також одержані результати досліджень свідчать, що застосування вказаних біопрепаратів на посівах соняшнику сприяє підвищенню продуктивності культури. Так, у середньому за три роки досліджень обробка по листу комплексним біопрепаратом Органік-баланс посприяла підвищенню урожайності культури на 3,8–5,0 %, препаратом МікоХелп — на 8,5–8,6 %. Внесення у ґрунт деструктора Органік-баланс сприяло підвищенню врожайності ще на 5,2–6,3 %. Особливо ефективною була обробка посіву препаратом МікоХелп на фоні внесення деструктора, що забезпечило приріст, у середньому, 15,3 % до абсолютного контролю (без застосування біопрепаратів).

Отже, визначено, що за досить слабого обмеження розвитку хвороб внесення біопрепаратів сприяє суттєвому приросту урожайності соняшника. Означені препарати можуть бути застосовані для удосконалення екологічно безпечних технологій вирощування соняшника.

УДК 632.4:633.1:631.8

## **ПОШИРЕННЯ БОРОШНИСТОЇ РОСИ НА ПОСІВАХ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ**

**Г. П. Войтова, Л. С. Квасніцька, О. С. Власюк**

*Хмельницька державна сільськогосподарська дослідна  
станція Інституту кормів та сільського господарства  
Поділля НААН  
с. Самчики, Хмельницький р-н, Хмельницька обл., 31182,  
Україна  
e-mail: larusa7215@ukr.net*

Важливим резервом збільшення виробництва продукції рослинництва є підвищення врожайності сільськогосподарських культур за рахунок покращення фітосанітарного стану ґрунту та посівів. Наразі одним з перспективних напрямів удосконалення системи землеробства є біологізація. Тому в умовах сучасного виробництва аграрної продукції треба впроваджувати до наявної системи землеробства елементи біологізації. Серед першочергових завдань є застосування біопрепаратів як невід'ємної технологічної ланки у вирощуванні зернових культур в екологізованих системах землеробства.

Дослідження впливу біопрепаратів на поширення хвороб у посівах пшениці озимої проводили в 2024 році у польовому досліді Хмельницької державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН. Досліджували ефективність таких елементів технології вирощування: застосування біодобрива Гуміфренд на основі гумінових та фульвокислот для внесення в ґрунт та азотфіксувального біостимулятора росту рослин Азотофіт для обробки насіння й посівів за різних фонів удобрення пшениці озимої. Агрохімічна характеристика ґрунту: гумус (за Тюрі-

ISBN 978-617-7570-78-2

ним) — 2,8–2,9 %, рН — 5,8–6,2; гідролітична кислотність — 1,9–2,3 мг·екв. на 100 г; валові запаси азоту 0,153–0,163 %, фосфору — 0,136–0,149 %; азот, що легко гідролізується — 17–19,3 мг, рухомі форми фосфору та калію (за Чириковим), відповідно — 20,8–22,6 та 8–12 мг на 100 г.

За результатами досліджень встановлено, що ураження пшениці озимої борошнистою росою злаків на початку III декади травня було дуже слабким (поодинокі подушечки спороншення хвороби на листках і міжвузлях нижнього ярусу). Щодо фону без внесення добрив захворювання було більш поширеним на фонах мінерального удобрення із збільшенням відсотку поширення хвороби на 4,5–1,0 % за  $N_{45}P_{30}K_{30}$ , особливо на фоні повної норми азоту — на 11,5–3,0 % за  $N_{90}P_{60}K_{60}$ .

Це можна пояснити впливом на досліджуваних фонах мінерального азоту та більшою щільністю посівів, де нижні листки рослин довше вегетують, а незабезпечені азотом листки на неудобреному фоні є несприятливим середовищем для розвитку облігатного паразита.

Діапазон поширення борошнистої роси на фоні без удобрення становив від 16 % уражених рослин за поєднання (1,0 л/га) біодобрива Гуміфренд з обробкою насіння (0,5 л/т) і посівів (0,5 л/га) біостимулятором росту рослин Азотофіт до 20,5 % на контролі без добрив. На мінеральному фоні з  $N_{45}P_{30}K_{30}$  і  $N_{90}P_{60}K_{60}$  він становив від 18,0 % до 25,0 % та від 19,0 % до 32,0 % відповідно.

Внесення в ґрунт (1,0 л/га) біодобрива Гуміфренд перед сівбою пшениці озимої не вплинуло на поширення борошнистої роси на фоні без добрив та фонах мінерального удобрення з половинними та повними нормами добрив. Обробка насіння (0,5 л/т) і посівів (0,5 л/га) біостимулятором росту рослин Азотофіт (у складі якого є фунгіцидні речовини) суттєво знизила поширення хвороби на 3,0 %, 6,5 % і 11 %, найбільше — за поєднання біопрепаратів — на 4,5 %, 7,0 % і 13 %. Зниження

ураженості борошнистою росою за обробки посівів біопрепаратом Азотофїт більше проявилось на фонї  $N_{90}P_{60}K_{60}$ .

Отже, внесення в ґрунт (1,0 л/га) біодобрива Гуміфренд у поєднанні з обробкою насіння (0,5 л/т) і посівів (0,5 л/га) біостимулятором росту рослин Азотофїт найбільше знизило поширення борошнистої роси на мінеральному фонї з  $N_{45}P_{30}K_{30}$  — на 7,0 % і  $N_{90}P_{60}K_{60}$  — на 13,0 % та фонї без застосування добрив — на 4,5 %.

УДК 632

## **ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ БАКТЕРІЙ *PAENIBACILLUS POLYMYXA* ТА *BACILLUS SUBTILIS* ДЛЯ ЗАХИСТУ ПЛОДІВ ЯБЛУНІ ПРИ ЗБЕРІГАННІ**

**І. О. Гриневич**

*Національний університет біоресурсів  
і природокористування України  
вул. Героїв Оборони, 13; м. Київ, 03041, Україна  
e-mail: hrynevych1081@gmail.com*

Збереження якості яблук під час тривалого зберігання є важливим завданням для агропромислового комплексу. Однією з головних проблем у цьому контексті є контроль за розвитком патогенних мікроорганізмів, які можуть спричинити значні втрати врожаю. Традиційні методи боротьби з патогенами передбачають використання хімічних фунгіцидів, які мають суттєві недоліки, зокрема ризики для здоров'я людини та навколишнього середовища. Тому значну увагу привертають біологічні методи захисту, зокрема використання корисних бактерій, таких як *Paenibacillus polymyxa* та *Bacillus subtilis*.

*B. subtilis* є добре відомим мікроорганізмом, який широко використовується в сільському господарстві завдяки своїй здатності продукувати антимікробні сполуки. Ці бактерії синтезують широкий спектр антибіотичних речовин, таких як субтилін й ітулін, які ефективно пригнічують розвиток грибних патогенів, зокрема *Penicillium expansum*, що є основним збудником гнилі плодів яблуни (Schisler et al., 2016). Окрім того, *B. subtilis* здатний утворювати біоплівки на поверхні плодів, які запобігають проникненню патогенів, таким чином знижуючи ризик зараження під час зберігання (Zhao et al., 2014).

*P. polymyxa* також є ефективним агентом біоконтролю, завдяки своїй здатності продукувати лізоцими та поліміксини, які руйнують клітинні стінки патогенів і таким чином знищують їх. Дослідження показали, що *P. polymyxa* може стимулювати захисні реакції у рослин, підвищуючи їхню стійкість до інфекцій (Raza et al., 2016). Крім того, ця бактерія має здатність до азотфіксації та синтезу фітогормонів, що позитивно впливає на стан рослин і покращує якість плодів під час зберігання (Timmusk et al., 2014).

Кілька досліджень продемонстрували ефективність використання цих бактерій у реальних умовах зберігання. Так, дослідження Droby et al. (2009) показали, що застосування *B. subtilis* значно знижує рівень інфікування плодів під час зберігання, що дозволяє мінімізувати використання хімічних фунгіцидів. Інше дослідження, проведене Zhang et al. (2017) підтвердило, що поєднання *B. subtilis* та *P. polymyxa* є ефективним способом контролю патогенів, забезпечуючи високу якість плодів протягом тривалого зберігання.

Отже, використання *P. polymyxa* та *B. subtilis* є перспективним підходом до захисту яблук під час зберігання. Цей біологічний метод дозволяє зменшити залежність від хімічних фунгіцидів, сприяє збереженню якості продукції та екологічно безпечному зберіганню врожаю. Подальші дослідження мають

бути спрямовані на оптимізацію умов застосування цих бактерій у різних агрокліматичних зонах.

УДК 581.2+579.2+633.1+581.1

## **ВПЛИВ ІНФІКУВАННЯ ФІТОПЛАЗМАМИ НА ФОТОХІМІЧНУ АКТИВНІСТЬ ЛИСТКІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ РІЗНИХ СОРТІВ**

**Г. Б. Гуляєва**

*Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного  
НАН України*

*вул. Академіка Заболотного, 154; м. Київ, 03143, Україна*

*e-mail: ab\_k@ukr.net*

Однією з найбільш культивованих культур у світі є пшениця (*Triticum aestivum* L.) завдяки цінним складовим її зерна (de Sousa et al, 2021). Проте ураження посівів фітопатогенними мікроорганізмами, зокрема фітоплазмами, спричиняє суттєві втрати врожаю та погіршує якість рослинної сировини. Відомо, що фітоплазми є облігатними паразитами рослин із «компактним» геномом, які мають обмежений метаболізм (Kube et al., 2012). Потрапляючи до організму рослини-хазяїна, вони змінюють метаболізм, призводячи до багатьох негативних наслідків, що спричинює значні втрати урожайності (50–90 %) (Скрипаль та ін., 2004; Bai et al., 2009; Buoso, 2019; Wang, 2018; Minato, et al., 2019; Jurga & Zwolińska, 2020). Водночас відомо, що сорти пшениці відрізняються за стійкістю до різних факторів, зокрема фітопатогенних мікроорганізмів. Тому метою нашої роботи було дослідження чутливості різних сортів пшениці м'якої до ураження фітоплазмами за впливом на чутливі параметри фотохімічної активності листків.

Для оцінки функції ФС II у відповідь на дію різних чинників широко користуються флюорометричними змінними, такими як початкова флуоресценція ( $F_0$ ) і максимальний квантовий вихід ФС II ( $F_v/F_m$ ). Зміни у  $F_0$  свідчать про зміни кількості відкритих реакційних центрів ФС II. Показник  $F_v/F_m$  забезпечує відносний індекс функції ФС II (де  $F_v = F_m - F_0$ ;  $F_m$  — віддзеркалює закриті реакційні центри) (Baker, 2018; Perez et al, 2020; Гуляєва та ін., 2020). Також представляє інтерес зміни показника «флуоресценції на спаді» ( $R_{Fd}$ ), що тісно корелює з асиміляцією вуглецю (Lichtenthalera & Vabania, 2000).

У польових умовах нами було проведено дослідження впливу інфікування *A. laidalawii* рослин пшениці м'якої різних сортів на фотохімічну активність листків. Аналізом отриманих даних виявлено різну чутливість сортів пшениці до інфікування фітоплазмами у фазу розвитку колосіння-цвітіння. Так, за інфікування рослин ярої пшениці сорту Печерянка величина мінімальної флуоресценції зростала на 8,3 %, що свідчить про збільшення вмісту функціонально неактивного хлорофілу, що не бере участь у фотосинтетичній активності листків. Тенденція до одночасного зниження величини максимальної флуоресценції ( $F_m$ ) свідчить про деяке утруднення ресинтезу хлорофілу. Внаслідок фітоплазмозового ураження рослин також спостерігалось зниження квантової ефективності ФС II ( $F_v/F_m$ ) та асиміляції вуглецю ( $R_{Fd}$ ) на 6,8 % і 20,5 %. Звісно, що такий вплив збудника позначався як на ростових процесах, так і на продуктивності рослин, оскільки ефективність фотосинтетичного апарату в асиміляції вуглецю безпосередньо впливає на біосинтез органічних сполук і, відповідно, метаболізм рослин. Аналізуючи вплив фітоплазмозового навантаження на фотохімічну активність листків пшениці озимої сорту Овідій ми побачили такі зміни флуоресцентних параметрів: тенденцію до зниження мінімальної флуоресценції ( $F_0$ ) і квантової ефективності ФС II ( $F_v/F_m$ ), істотне пригнічення максимальної флуоресценції ( $F_m$ ) — на

7,3 % й асиміляції вуглецю ( $R_{Fd}$ ) — на 6,8 %. Отже, інокуляція фітоплазмою також мала суттєвий негативний вплив на фотохімічну активність рослин пшениці сорту Овідій. Водночас рослини пшениці м'якої озимо-ярої сорту Зимоярка були більш стійкими до впливу фітоплазмозового ураження. Наші висновки базуються на тому, що величини  $F_0$  і  $F_v/F_m$  дорівнювали контрольним показникам за тенденції до зниження  $F_m$  та істотного зростання асиміляції вуглецю ( $R_{Fd}$ ) — на 21 %. Варто відзначити, що таке зростання показника  $R_{Fd}$  може перекриватися збільшенням фотодихання, яке як відомо збільшується за стресових умов і може сягати 30 % від фотосинтезу. Враховуючи отримані дані за стійкістю до фітоплазмозового інфікування дослідні сорти можна розташувати від менш до більш стійкого у такій послідовності: Овідій > Печерянка > Зимоярка.

Отже, за інфікування *A. laidlawii* рослин пшениці м'якої виявлено відмінності за ступенем інгібування фотохімічної активності листків рослин пшениці м'якої різних сортів, тобто показана різна чутливість сортів пшениці до ураження фітоплазмозом.

УДК 632.937:582.28:634.7

**РОЛЬ ГРИБІВ *GLOMUS* SPP. ТА *TRICHODERMA* SPP.  
У ПІДВИЩЕННІ СТІЙКОСТІ ТА ПРОДУКТИВНОСТІ  
ЯГІДНИХ КУЛЬТУР**

**О. В. Жмур<sup>1</sup>, Я. В. Чабанюк<sup>1,2</sup>**

*Національний університет біоресурсів  
і природокористування України  
вул. Героїв Оборони, 13; м. Київ, 03041, Україна*

*<sup>2</sup>ТОВ «Інститут агробіології»  
б-р Вацлава Гавела, 4; м. Київ, 03124, Україна  
e-mail: alesya20100@gmail.com*

Мікоризний гриб *Glomus* spp. та *Trichoderma* spp. є природними компонентами здорових ґрунтів. Вони мають здатність покращувати живлення та стійкість рослин до ураження патогенами, а також позитивно впливають на структуру та стабільність ґрунту (Tsvetkov, 2014). Впровадження практик, що сприяють їх розмноженню, є важливим аспектом управління агроєкосистемами. Інокуляція кореневої системи ягідників мікоризою пропонується як біотехнологічна альтернатива традиційним методам для подолання проблем ґрунтових хвороб та забезпечення покращеного росту і здоров'я рослин. Різні дослідження, розглянуті в цьому огляді, показують позитивний вплив мікоризного гриба *Glomus* spp. та *Trichoderma* spp. на ріст та стан здоров'я ягідних культур, поглинання поживних речовин рослинами, родючість ґрунту, а також на екологію агроєкосистем загалом.

Однією з основних проблем вирощування ягідних культур в Україні та Європі є зниження родючості ґрунтів через втрату природної рівноваги ґрунтових екосистем. Це спонукало дослідників до пошуку альтернативних рішень, які не залежать від використання хімічних пестицидів і добрив, для забезпечення

стійкості рослин до збудників хвороб. Одним із ключових аспектів є встановлення симбіозу між кореневою системою рослин та мікоризоутворювальним грибом *Glomus* spp. та *Trichoderma* spp., що дозволяє забезпечити тривалий захист ягідників і краще засвоєння поживних речовин, підвищуючи їхню стійкість до хвороб (Tsvetkov, 2014).

Останні дослідження (Tsvetkov, 2014; Giuseppe Colla, 2014) показують, що управління мікробіотою ґрунту є ефективним способом сприяння розмноженню корисних мікроорганізмів, необхідних для оптимального росту ягідних культур. Зростає кількість науковців, які рекомендують використовувати мікоризні гриби *Glomus* spp. та *Trichoderma* spp. у поєднанні з мікроорганізмами біоконтролю як сталий підхід для підвищення стійкості рослин до біотичного та абіотичного стресів, збільшення продуктивності на деградованих ґрунтах та зменшення впливу сільського господарства на довкілля.

Встановлено, що досліджувані нами штами *Trichoderma harzianum* еко/101 та *T. viride* еко/103 ефективні в боротьбі з ґрунтовими фітопатогенами, які викликають кореневу гниль, фузаріозну гниль, чорну ніжку та ін.

Проте необхідні додаткові дослідження щодо симбіотичної ефективності різних видів мікоризних грибів з конкретними сортами малини та інших ягідних культур, щоб успішно впровадити розробки в агрономічну практику.

**ОСОБЛИВОСТІ БАКТЕРІОФАГІВ, ВИДІЛЕНИХ ІЗ  
ЗРАЗКІВ ҐРУНТУ АНТАРКТИДИ, ЯК КАНДИДАТІВ  
ДЛЯ РОЗРОБКИ БАКТЕРІОФАГОВИХ ПРЕПАРАТІВ**

**О. Є. Лапіна, О. М. Андрійчук**

*Київський Національний університет імені Тараса Шевченка,  
ННЦ «Інститут біології та медицини»*

*просп. Академіка Глушкова, 2; м. Київ, 03022, Україна*

*e-mail: aom502@ukr.net*

Бактеріальні хвороби рослин спричиняють значні втрати врожаю в Україні. Збудники бактеріозів рослин — представники різних систематичних груп мікроорганізмів, широко розповсюджені в природі. Одним із найбільш ефективних і багатообіцяльних засобів боротьби із фітопатогенними мікроорганізмами є літичні, специфічні до збудника бактеріофаги (фаги). Виділення та вивчення бактеріофагів з ґрунту Аргентинських островів та створення їх колекції дасть можливість розробити методичні підходи для використання вірусів бактерій з екстремальних екосистем у боротьбі з бактеріальними захворюваннями. Необхідність проведення вивчення фагів, що виявляють свою активність в умовах понижених температур, може представляти собою зібрання унікального генофонду бактеріофагів. Дослідження закладають основи створення біотехнологічних прикладних розробок з їх використанням. Застосування бактеріофагів можна впроваджувати в програми «розумного землеробства», що дозволить виявляти інфекційний процес, спричинений фітопатогенними бактеріями на ранніх стадіях, та запобігти поширенню інфекції.

Із зразків ґрунту Антарктичного регіону виділено ізоляти фагів та вивчено їхні біологічні властивості. Морфологію віріонів встановлено за використання електронної мікроскопії: фаги з довгим скоротливим хвостовим відростком, фаги з довгим

нескоротливим хвостовим відростком та фаги з коротким нескоротливим хвостовим відростком. Встановлено, що на досліджуваних бактеріях ізоляти бактеріофагів характеризуються вузьким колом хазяїв та літичним шляхом розвитку, що підтверджується генетичними характеристиками описаних вірусів. Також у геномі одного з ізолятів ідентифіковано ген ендолізину, продукт якого не має аналогів серед раніше досліджених білків бактеріофагів і може бути перспективним кандидатом для розробки бактеріофагових препаратів у майбутньому. У перспективі нові бактеріофаги можуть бути корисними для розробки систем біоконтролю та ідентифікації мікроорганізмів. Адже ендолізину можуть використовуватись у терапевтичних цілях, оскільки здатні руйнувати пептидоглікан клітинної стінки бактерій та сприяти виходу потомства фага.

Очікувані розробки мають не тільки господарське, а й соціальне значення, оскільки спрямовані на профілактику і на підвищення якості зберігання рослин.

УДК 581.6:615.322:631.147:631.84

## **ОГЛЯД МОЖЛИВИХ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ВАЛЕРІАНИ ЛІКАРСЬКОЇ**

**С. О. Міщенко, Р. І. Салінко**

*Східноукраїнський національний  
університет імені Володимира Даля  
вул. Іоанна Павла II, 17; м. Київ, 01042, Україна  
e-mail: monk26025@gmail.com*

Валеріана лікарська (*Valeriana officinalis*) є однією з найважливіших лікарських рослин, яка широко використовується в медицині завдяки своїм заспокійливим і седативним властивостям. Щораз більший попит на натуральні продукти вимагає

ефективних методів вирощування, що передбачають використання біологічних препаратів для підвищення урожайності та якості лікарської сировини.

Біостимулятори є важливою складовою при вирощуванні валеріани, оскільки вони сприяють прискоренню росту рослин та підвищенню їхньої стійкості до стресових факторів. Відомі препарати на основі гумінових кислот та екстрактів з морських водоростей демонструють підвищену ефективність у покращенні біомаси кореневої системи валеріани. Такі препарати, як «Альгавіт» та «Гумісол», стимулюють активне коренеутворення, що є ключовим для отримання якісної лікарської сировини.

Мікориза, симбіоз корневих систем рослин із грибами, значно підвищує здатність рослин засвоювати поживні речовини з ґрунту. Препарати, зокрема «Мікоризін», містять мікоризні гриби, які сприяють забезпеченню рослини додатковим фосфором та іншими елементами, підвищуючи її стійкість до посухи та хвороб. Це особливо важливо при вирощуванні валеріани, оскільки відсутність достатньої кількості поживних речовин у ґрунті може суттєво вплинути на стан кореневої системи.

Захист валеріани від шкідників і хвороб є важливим аспектом її успішного вирощування. Сучасні біологічні інсектициди та фунгіциди, такі як «Актофіт» та «Фітоспорин», забезпечують ефективний захист рослин, не завдаючи шкоди довкіллю. Наприклад, застосування «Фітоспорину» проти грибкових захворювань дозволяє уникнути втрати врожаю та зберегти якість продукції.

Використання препаратів на основі ефірних олій стає все більш популярним в органічному землеробстві. Такі препарати, як «Аромасил», мають природну інсектицидну та фунгіцидну дію, що дозволяє зменшити використання хімічних засобів захисту рослин. Вони також сприяють підвищенню концентрації

ефірних олій у кореневищах валеріани, що покращує її фармакологічні властивості.

Отже, використання біологічних препаратів при вирощуванні валеріани лікарської є перспективним напрямом для підвищення якості лікарської сировини та зниження негативного впливу на довкілля. Біостимулятори росту, мікоризні препарати, біологічні інсектициди та фунгіциди, а також препарати на основі ефірних олій відіграють ключову роль у забезпеченні високої врожайності та якості продукції.

УДК 63:579.64

## **ДОСВІД З ПОЛІВ — ПІСЛЯДІЯ ГЕРБИЦИДІВ ТА ПРИХОВАНА ТОКСИЧНІСТЬ ПІСЛЯ ОБРОБКИ КОРІАНДРУ ПОСІВНОГО**

**С. О. Петренко, В. Ю. Поздняков, О. І. Олійник**

*Інститут кліматично орієнтованого сільського  
господарства НААН*

*вул. Маяцька дорога, 24; с-ще Хлібодарське, Одеський р-н,*

*Одеська обл., 67667, Україна*

*e-mail: petrenko\_s\_a\_@ukr.net*

Гербициди — це особливий підвид пестицидів або біологічно активних хімічних речовин. Їх застосовують для знищення різних типів рослинності. Таку продукцію поділяють на органічну і неорганічну. Існує класифікація гербицидів за спектром дії: суцільного, селективного або вибіркового. Ці хімічні складки діють лише на певні групи бур'янів. Вони не здійснюють патологічного впливу на вирощувану агрокультуру. Також існує їх поділ за способом впливу: системні, у яких активні агенти проникають у рослину і переміщаються по тканинах з циркуляцією рідини. Досягнувши кореневої системи, вони призводять до за-

гибелі небажаної рослинності; контактні, які не проникають всередину і впливають тільки на ділянки, на які потрапили. Залежно від методу внесення гербіцидів виділяють: досходове внесення в ґрунт до посіву або до появи перших паростків; післясходові або страхові. Обробка проводиться через деякий час після дружних сходів. Але головне — це склад використовуваних препаратів. Адже значення має не тільки ефективність, але і швидкість розкладання діючих речовин.

Після обробки полів засобами, що захищають від бур'янів, у ґрунті зберігаються деякі стійкі хімічні сполуки. Вони впливають на наступні агрокультури. Це післядія гербіцидів та прихована токсичність для сільськогосподарських культур. Термін такого ефекту залежить від складу використовуваних препаратів і від тривалості розпаду їхніх компонентів. Також значення має специфіка обробки, адже при роботі з хімікатами важливо дотримуватися індивідуальних норм внесення. Велика кількість фермерів кожного року скаржаться на притуплення розвитку культури, що призводить до втрати врожайності. Притуплюють розвиток зазвичай збільшені норми гербіциду та сильна посуха після внесення. В середньому втрати врожаю сягають до 25 %. Найчастіше страждають такі культури, як соняшник, гречка, всі зернобобові, буряк та коріандр.

Всі гербіциди мають певний термін розкладання активних інгредієнтів. Нерідко їх залишки зберігаються в ґрунті і до наступного посіву, роблячи негативний вплив на культуру. Зменшується кількість і якість сходів, знижується показник урожайності, рослини можуть погано розвиватися й навіть гинути. Варто розуміти, що кожен матеріал згубний лише для певних культур. Наприклад, метсульфурон-метил з групи сульфонілсечовин дозволяє проводити висів зернових до наступного сезону. Але водночас він має негативну дію на кукурудзу, буряк, соняшник, бобові та ріпак. Аналогічний принцип і в інших препаратах. Фітотоксичність гербіцидів залежить від таких факторів, як діюча речовина і його концентрація — найбільш токсичними

є метсульфурон-метил, хлорсульфурон, імазетапір, імазамокс, трія- і трітосульфурон, а також просульфурон і сульфметурон-метил; структура ґрунту на полі; температурні показники під час використання; клімат і кількість опадів; застосовувана технологія обробки.

Із схожою ситуацією зіткнулися в одному із господарств в Одеській області. Весною був посіяний коріандр після озимої пшениці. Коріандр висівали в сухий ґрунт, вірогідність ураження рослин за післядії гербіцидів була високою. Посіви коріандру посівного були оброблені гербицидом прометрин, 500 г/л. Після обробки гербицидом отримані сходи були дуже пригнічені токсинами, що накопичилися в ґрунті, тому разом із спеціалістами СФГ «Плакущенко В. В.» було вирішено застосувати Суспензію Хлорели, 20 л/га на початку фази: повні сходи, розгалуження та бутонізація. Гумінові кислоти в складі препарату відновлюють процес поділу клітин, призупиняють руйнування клітинних структур, взаємодіють з гербіцидами за всіма механізмами зв'язування, особливо за механізмом окислювального зв'язування (незворотній процес зв'язування токсиканту), прискорюють гідроліз та фотодеградацію гербіцидів.

Отже, за рахунок вчасного внесення антистресанту Суспензії Хлорели, 20 л/га рослини дослідних ділянок значно випереджали в розвитку рослини коріандру з контрольної ділянки. Візуально було добре помітно випередження в рості вегетативної та кореневої маси. Також інтенсивність забарвлення була більш темно-зеленою. Урожайність з контрольної ділянки складала 15,0 ц/га, а з дослідної — 22,0 ц/га.

УДК 632.937

## **ВПЛИВ БІОЛОГІЧНИХ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ РОСЛИН НА ЗБЕРІГАННЯ ПЛОДІВ ЯБЛУНЬ В УМОВАХ ХОЛОДИЛЬНИКА**

**Н. В. Пиляк, С. П. Бакреу, А. М. Гук**

*Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН  
Маяцька дорога, 26; с-ще Хлібодарське, Одеський р-н,  
Одеська обл., 67667, Україна  
e-mail: nceb2017@gmail.com*

Сьогодні Україна виходить у світові лідери з виробництва сільськогосподарської продукції, зокрема садівничої. Завдання виробництва плодоовочевої продукції охоплює не лише вирощування, але й налагодження її тривалого зберігання. При довгостроковому зберіганні плодоовочевої продукції можливі значні її втрати за рахунок усушки та мікробіологічного псування. Сучасні способи обробки рослинної продукції при зберіганні запобігають мікробному псуванню, але водночас знищують біологічний бар'єр, що перешкоджає проникненню патогенних мікроорганізмів (Стрижков та ін., 1997; Jürgen Köhl et al., 2019).

Основні втрати плодоовочевої продукції зумовлені розвитком фітопатогенної мікробіоти. Для зниження втрат у процесі зберігання від шкідливих організмів найбільш ефективним є використання біологічних методів захисту рослин, що базуються на застосуванні мікробних препаратів, основою яких є живі мікроорганізми та/або продукти їхньої життєдіяльності.

В Інженерно-технологічному інституті «Біотехніка» НААН розроблено технологію обробки плодоовочевої продукції в умовах холодильника, основна мета якої — забезпечення тривалого зберігання плодоовочевої продукції за використання екологічно безпечних біопрепаратів.

Під час збирання врожаю мікробіота плодів поповнюється мікроорганізмами з навколишнього середовища, головним чином — ґрунту. Тому кожен об'єкт зберігання містить значну кількість мікроорганізмів, здатних за певних умов активно розмножуватись і впливати на якість продуктів, що зберігаються. Хвороби, що виявляються при зберіганні, зазвичай пов'язані з розвитком певних видів мікроорганізмів. Стійкість до фітопатогенних мікроорганізмів змінюється в процесі зберігання продукції. При дозріванні й старінні продукції опірність до розвитку інфекції зменшується (Bösch et al., 2021). Тому, щоб плоди значний проміжок часу зберігали резистентність до фітопатогенних мікроорганізмів, навіть за підвищених температур зберігання, мали опірність до розвитку фітопатогенів, розроблено технологію обробки плодів яблунь до збирання врожаю, яка базується на застосуванні мікробних препаратів у пригніченні розвитку патогенних мікроорганізмів.

Зберігання продукції за цією технологією впродовж 85 діб зберігання показало, що ураженість плодів яблуні грибними хворобами у 2,5–5 разів менша проти контролю (без обробки) у варіантах з обробкою мікробними препаратами.

Для отримання якісної продукції, застосовуючи біологічні засоби захисту рослин фунгіцидної дії ІПІ «Біотехніка» НААН проти хвороб яблуневих насаджень, можна забезпечити значне скорочення втрат плодів яблунь (до 40 %) у процесі зберігання, в умовах холодильника.

## **ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ ПРОГНОЗУВАННЯ СПАЛАХІВ ХВОРОБ РОСЛИН З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ МАШИННОГО НАВЧАННЯ**

**Н. М. Салінко**

*Східноукраїнський національний  
університет імені Володимира Даля  
вул. Іоанна Павла II, 17; м. Київ, 01042, Україна  
e-mail: atp-22d-1261@snu.edu.ua*

Останні десятиліття показали щораз більший інтерес до автоматизації сільськогосподарських процесів для підвищення продуктивності та зниження втрат урожаю. Однією з найважливіших проблем у рослинництві є своєчасне виявлення та запобігання спалахам хвороб рослин. Традиційні методи виявлення часто не дають можливості оперативно реагувати на початкові стадії захворювання, що призводить до значних втрат продукції. Сучасні інтелектуальні системи прогнозування, засновані на технологіях машинного навчання (ML), можуть забезпечити більш точне і своєчасне прогнозування спалахів хвороб, що дозволяє ефективніше використовувати біологічні засоби захисту.

Технології машинного навчання використовують великі обсяги даних, отриманих із різноманітних джерел: сенсори, супутники, дрони та наземні системи моніторингу. Ці дані можуть містити такі параметри, як вологість ґрунту, температура повітря, рівень опадів, індекси вегетації, концентрація шкідників, хімічний склад ґрунту та рослин. Алгоритми машинного навчання аналізують ці дані для пошуку закономірностей і факторів, що впливають на виникнення хвороб. Наприклад, дослідження, проведені в Нідерландах, показали, що використання нейронних мереж для аналізу погодних умов і даних з полів дозволяє з точністю до 85 % передбачати розвиток грибних хвороб у посівах зернових культур (Van Evert et al., 2021).

Існує декілька типів алгоритмів, які ефективно використовуються для прогнозування хвороб рослин. Серед них виділяються:

- регресійні моделі — використовуються для оцінки залежностей між змінними та визначення ймовірності спалаху захворювання на основі набору факторів;

- нейронні мережі — можуть виявляти складні взаємозв'язки між різними параметрами навколишнього середовища та біологічними факторами, які впливають на розвиток хвороб;

- рішення на основі дерев рішень (Decision Trees) — ці моделі будують дерево рішень, що дозволяє оцінити ймовірність виникнення хвороби, ґрунтуючись на конкретних умовах;

- системи кластеризації — використовуються для групування схожих за характеристиками зон на полі, що дозволяє фермерам зосередити свої зусилля на конкретних ділянках.

Використання цих алгоритмів дозволяє знизити залежність від людського фактора при оцінці ризиків виникнення хвороб, підвищуючи загальну точність прогнозування.

Прогнозування хвороб рослин на основі ML може бути інтегроване з системами біологічного захисту. Зокрема, на основі прогнозів можна оптимізувати використання біологічних препаратів, наприклад, хижих комах або мікроорганізмів, які контролюють розвиток шкідників і патогенів. Дослідження показують, що інтеграція цих технологій дозволяє зменшити негативний вплив на навколишнє середовище і покращити ефективність вирощування культур (Singh et al., 2022).

УДК 631.3:631.147:631.358:004.94

## **АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ЗБОРУ ДАНИХ ДЛЯ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ БІОЛОГІЧНОГО ЗАХИСТУ РОСЛИН**

**Н. М. Салінко, Л. В. Карпюк**

*Східноукраїнський національний  
університет імені Володимира Даля  
вул. Іоанна Павла II, 17; м. Київ, 01042, Україна  
e-mail: atp-22d-1261@snu.edu.ua*

Сучасне сільське господарство стикається з викликами, що стосуються ефективного захисту рослин від хвороб та шкідників, водночас мінімізуючи вплив на навколишнє середовище. Одним із важливих напрямів розв'язання цієї проблеми є впровадження автоматизованих систем збору даних для аналізу ефективності біологічного захисту. Автоматизація цього процесу дозволяє суттєво підвищити точність і швидкість оцінки стану рослин, що сприяє швидкому вжиттю заходів для збереження врожаю.

Впровадження сенсорних мереж, дронів та систем Інтернету речей (IoT) суттєво змінює підхід до моніторингу стану рослин та навколишнього середовища. Сенсори, що можуть фіксувати такі параметри, як температура, вологість, рівень освітленості, концентрація CO<sub>2</sub>, є основними джерелами даних для аналізу стану рослин і прогнозування поширення хвороб. Наприклад, згідно з дослідженнями міжнародної групи вчених (Zhou et al., 2020), використання сенсорних мереж в агропромисловому секторі дозволяє значно знизити втрати врожаю, забезпечуючи точніші дані для систем прогнозування та прийняття рішень.

Безпілотні літальні апарати (дрони) відіграють ключову роль у сучасних аграрних системах моніторингу. Вони здатні виконувати швидкі та точні обльоти полів, фіксуючи зображення

та інфрачервоні дані для оцінки стану здоров'я рослин. Завдяки технологіям обробки зображень, таким як Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), можливо виявляти ділянки з ураженими рослинами, а також оцінювати ефективність застосованих біологічних засобів захисту. Наприклад, дослідження показують, що використання дронів для спостереження за полями підвищує ефективність використання біопрепаратів на 30 % (Li et al., 2019).

Автоматизація процесу збору даних неможлива без інтеграції технологій штучного інтелекту (AI) та великого обсягу даних. Обробка та аналіз даних, отриманих із сенсорів та дронів, забезпечує можливість створення моделей прогнозування поширення хвороб й оцінки ефективності біозахисту в реальному часі. За даними дослідників з Університету Кембриджа (Smith et al., 2021), впровадження AI у сільське господарство дозволяє підвищити ефективність захисту рослин від шкідників та хвороб на 25 % завдяки точному прогнозуванню і рекомендаціям щодо застосування біологічних препаратів.

Автоматизація збору даних не тільки підвищує ефективність біологічного захисту рослин, але й сприяє зниженню витрат на виробництво, зменшуючи кількість втручань в екосистему поля. У майбутньому такі технології, як роботизовані системи для точкового внесення біопрепаратів на основі даних, отриманих від дронів і сенсорних мереж, стануть невід'ємною частиною стратегії сталого сільського господарства. Дослідники вважають, що до 2030 року автоматизовані системи зможуть знизити витрати на пестициди та хімічні засоби на 40 % (Gonzalez et al., 2023).

Автоматизація процесу збору даних для оцінки ефективності біологічного захисту рослин є важливим етапом на шляху до екологічно безпечного сільського господарства. Завдяки сучасним технологіям, таким як сенсорні мережі, дрони, штучний інтелект і великий обсяг даних, аграрії можуть більш ефективно

захищати рослини від хвороб і шкідників, водночас зменшуючи негативний вплив на довкілля.

УДК 631.3:631.147:631.358:004.94

## **РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ВИЯВЛЕННЯ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЇ ШКІДНИКІВ НА ОСНОВІ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ**

**Р. І. Салінко, Л. В. Карпюк**

*Східноукраїнський національний  
університет імені Володимира Даля  
вул. Іоанна Павла II, 17; м. Київ, 01042, Україна  
e-mail: atp-22d-1267@snu.edu.ua*

Щораз більші вимоги до ефективності сільськогосподарських процесів, а також необхідність зменшення використання хімічних засобів захисту рослин стимулюють розвиток автоматизованих систем моніторингу та контролю шкідників. Сучасні системи на основі комп'ютерного зору (CV) дозволяють точно ідентифікувати шкідників і прогнозувати їхнє поширення в реальному часі, що відкриває нові можливості для точного землеробства.

Комп'ютерний зір є однією з провідних технологій у галузі автоматизації, що поєднує обробку зображень і штучний інтелект (AI) для виявлення та ідентифікації об'єктів. У контексті аграрного сектору ці системи використовують камери високої роздільної здатності, які фіксують зображення рослин, а потім аналізують їх за допомогою алгоритмів глибокого навчання (deep learning) для визначення присутності шкідників або ознак ураження (Wang, 2021). Системи комп'ютерного зору здатні автоматично розпізнавати різні види шкідників на основі

їхнього зовнішнього вигляду, поведінки або характерних пошкоджень, які вони залишають на рослинах.

Застосування алгоритмів глибокого навчання, зокрема згорткових нейронних мереж (CNN), дозволяє значно підвищити точність ідентифікації шкідників. CNN здатні аналізувати зображення у великих обсягах, виділяючи ключові особливості шкідників та порівнюючи їх з попередньо створеними базами даних для визначення виду. Наприклад, дослідження показують, що використання CNN дозволяє досягати точності ідентифікації шкідників понад 90 % (Zhao, 2020). Це дозволяє фермерам оперативно отримувати дані про наявність шкідників й ухвалювати рішення щодо боротьби з ними.

Однією з ключових переваг систем комп'ютерного зору є можливість безперервного моніторингу полів. Камери можуть бути встановлені на безпілотноках, тракторах або стаціонарних платформах для регулярного збору даних. Наприклад, використання дронів, обладнаних системами комп'ютерного зору, дозволяє швидко охоплювати великі площі полів і виявляти шкідників навіть у важкодоступних зонах (Li, 2019). Це значно підвищує ефективність моніторингу, яу порівняти з традиційними методами, які потребують ручного обстеження полів.

Впровадження систем комп'ютерного зору для виявлення шкідників має низку переваг. По-перше, це дозволяє зменшити витрати на використання пестицидів, оскільки обробляються лише ті ділянки, де виявлені шкідники. По-друге, автоматизація процесу моніторингу знижує трудові витрати та ймовірність помилок, пов'язаних із людським фактором (Kim, 2020). По-третє, системи можуть працювати в режимі реального часу, що дає змогу фермерам вживати заходів на ранніх стадіях розвитку шкідників, запобігаючи значним втратам урожаю.

Комп'ютерний зір може бути інтегрованим з іншими технологіями точного землеробства, такими як сенсорні системи й машинне навчання. Дані, отримані від камер, можуть поєднуватися з інформацією з ґрунтових сенсорів, погодних станцій

та інших джерел, що дозволяє створити комплексні системи прогнозування ризиків для рослин. Наприклад, моделі машинного навчання можуть аналізувати отримані дані для прогнозування ймовірності поширення шкідників на основі умов навколишнього середовища (Garcia, 2021). Це підвищує точність рекомендацій щодо застосування заходів захисту та оптимізує використання ресурсів.

Хоча системи комп'ютерного зору демонструють значні перспективи, існує кілька викликів, які потребують вирішення. По-перше, необхідно розширити бази даних зображень для навчання алгоритмів, оскільки різні види шкідників можуть відрізнятися за зовнішнім виглядом залежно від стадії розвитку або умов середовища (Wang, 2021). По-друге, впровадження таких систем потребує значних інвестицій на початкових етапах, хоча в перспективі вони можуть забезпечити економію коштів.

УДК 631.3:631.147:631.358:004.94

## **ЗАСТОСУВАННЯ РОБОТОТЕХНІКИ ДЛЯ ЛОКАЛІЗОВАНОГО ВНЕСЕННЯ БІОЛОГІЧНИХ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ РОСЛИН**

**Г. О. Салінко, Г. Л. Мелконов**

*Східноукраїнський національний  
університет імені Володимира Даля  
вул. Іоанна Павла II, 17; м. Київ, 01042, Україна  
e-mail: atp-23d-1266@snu.edu.ua*

Сучасне сільське господарство дедалі більше орієнтується на використання інноваційних технологій, таких як робототехніка, для підвищення ефективності та точності виробничих процесів. Одним із перспективних напрямів є застосування робототехніки для локалізованого внесення біологічних засобів

захисту рослин. Цей підхід сприяє зменшенню витрат на препарати, знижує вплив на навколишнє середовище та підвищує ефективність боротьби зі шкідниками й хворобами рослин.

Робототехніка відкриває нові можливості для автоматизації аграрних процесів. Роботи, оснащені датчиками та інтелектуальними системами управління, можуть виконувати точні операції з внесення біологічних засобів захисту на певні ділянки поля. Це дозволяє уникнути надмірного використання хімічних препаратів та забезпечує екологічно чисті методи боротьби зі шкідниками. Дослідження показують, що застосування таких систем дозволяє знизити витрати на пестициди до 30 % (Singh, 2021).

Технологія локалізованого внесення базується на використанні сенсорних систем, які здатні виявляти зони ураження шкідниками або хворобами. Після ідентифікації проблемних зон робот може автоматично визначити дозування та точно внести біологічний препарат лише на необхідні ділянки. Це підвищує ефективність боротьби зі шкідниками та мінімізує втручання в екосистему поля (García, 2020).

Існує кілька типів роботів, які можуть використовуватися для локалізованого внесення біологічних засобів захисту. Наземні роботи, обладнані маніпуляторами, можуть точно обробляти рослини індивідуально, застосовуючи біопрепарати безпосередньо на уражені ділянки. Крім того, безпілотні літальні апарати (дрони) можуть обприскувати поля на великій площі, виявляючи зони, які потребують обробки, за допомогою камер та сенсорів (Jones, 2019).

Однією з ключових переваг роботизованих систем є їхня здатність інтегрувати штучний інтелект (AI) для аналізу даних та ухвалення рішень у реальному часі. Роботи можуть аналізувати інформацію, отриману від сенсорів та дронів, щоб точно визначити проблемні зони, розрахувати оптимальні дози біопрепаратів та уникати надлишкового використання ресурсів. Наприклад, алгоритми машинного навчання дозволяють роботам

передбачати поширення хвороб і шкідників на основі поточних даних про стан рослин (Martinez, 2021).

Локалізоване внесення засобів захисту сприяє зниженню навантаження на поля, оскільки препарати застосовуються лише там, де вони необхідні. Це зменшує ризик забруднення ґрунтів та водойм хімічними речовинами, а також підвищує біологічну стійкість агроєкосистем (Anderson, 2020). Крім того, використання роботів для внесення біопрепаратів дозволяє значно скоротити витрати на обслуговування та експлуатацію традиційних систем захисту, знижуючи загальні витрати на виробництво.

Попри численні переваги, існують певні виклики, пов'язані з упровадженням робототехніки в сільське господарство. Один із них — висока вартість роботизованих систем, що може бути перешкодою для невеликих фермерських господарств. Також важливим фактором є потреба в спеціалізованих знаннях для управління та технічного обслуговування таких систем (Smith, 2020). Проте постійний розвиток технологій та зниження вартості обладнання з часом зроблять ці системи більш доступними.

З розвитком технологій точного землеробства роботизовані системи для локалізованого внесення біологічних засобів захисту рослин стають все більш популярними. Подальша інтеграція робототехніки з іншими інноваційними технологіями, такими як дрони, IoT та AI, відкриває нові можливості для підвищення ефективності сільськогосподарських процесів та створення сталих виробничих практик (Garcia, 2021).

Застосування робототехніки для локалізованого внесення біологічних засобів захисту рослин є перспективним напрямом розвитку сучасного сільського господарства. Завдяки точному внесенню препаратів на проблемні ділянки, роботизовані системи підвищують ефективність боротьби зі шкідниками та хворобами, знижуючи витрати та мінімізуючи негативний вплив на навколишнє середовище. Розвиток цих технологій відкриває нові можливості для сталого і високопродуктивного сільськогосподарського виробництва.

УДК 631.3:631.147:631.358:004.94

## **БЕЗПЛОТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ПОЛІВ І ВИЯВЛЕННЯ ЗОН УРАЖЕННЯ ХВОРОБАМИ РОСЛИН**

**Р. І. Салінко, Г. Л. Мелконов**

*Східноукраїнський національний  
університет імені Володимира Даля  
вул. Іоанна Павла II, 17; м. Київ, 01042, Україна  
e-mail: atp-23d-1267@snu.edu.ua*

Сучасне сільське господарство стикається з викликами, що пов'язані зі щораз більшою потребою в ефективних методах моніторингу полів та виявлення хвороб рослин на ранніх стадіях. Оперативність і точність у боротьбі з хворобами відіграють ключову роль у забезпеченні стабільних урожаїв та мінімізації втрат. У цьому контексті безпілотні технології, зокрема дрони, стають важливим інструментом для моніторингу стану полів та виявлення зон ураження рослин.

Безпілотні літальні апарати надають можливість швидкого, точного та недорогого моніторингу великих площ полів. Використовуючи багатоспектральні та інфрачервоні сенсори, дрони здатні фіксувати дані, які важко помітити з землі. Ці дані дозволяють ідентифікувати початкові ознаки хвороб рослин, зокрема зміни у фотосинтетичній активності, які є маркерами ураження рослин патогенами (Anderson, 2020). Завдяки цьому фермери можуть виявити проблему до того, як вона набуде масового характеру, і вжити заходів для запобігання поширенню захворювання.

Одним із найефективніших інструментів аналізу даних, зібраних БПЛА, є Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). Цей індекс дозволяє візуалізувати стан вегетації та здоров'я рослин на основі даних інфрачервоного випромінювання. За допомогою NDVI можна швидко визначити ділянки поля, де

рослини демонструють ознаки стресу або ураження хворобами (Jones, 2021). Окрім NDVI, сучасні дрони можуть використовувати технології теплового сканування для оцінки температури поверхні рослин, що також є індикатором хвороб (Smith, 2022).

Безпілотні технології в комбінації зі штучним інтелектом (AI) дозволяють автоматизувати процес моніторингу та виявлення уражених зон. Використовуючи алгоритми машинного навчання, дрони можуть самостійно аналізувати зібрані дані, ідентифікувати аномалії у вегетаційному покриві та навіть передбачати поширення хвороб (Rodriguez, 2021). Ці автоматизовані системи роблять моніторинг полів швидшим та точнішим, знижуючи потребу у великій кількості робочої сили і зменшуючи ризики, пов'язані з людським фактором.

Окрім моніторингу, безпілотні апарати можуть також використовуватися для точкового внесення біологічних засобів захисту рослин у зонах ураження. Це дозволяє оптимізувати використання препаратів та зменшити екологічний вплив на навколишнє середовище (Martin, 2020). Дрони можуть виконувати точні обробки навіть на важкодоступних ділянках, що робить їх особливо корисними в регіонах із складним рельєфом.

Головними перевагами використання БПЛА для моніторингу полів є оперативність, точність і можливість охоплювати великі площі з мінімальними затратами ресурсів. За оцінками фахівців, застосування дронів дозволяє знизити витрати на засоби захисту рослин на 20–30 % завдяки точковому внесенню препаратів лише на уражені ділянки (Anderson, 2020). Крім того, раннє виявлення хвороб дає можливість запобігти масовому поширенню інфекцій та врятувати значну частину врожаю.

Хоча безпілотні технології демонструють значний потенціал у сільському господарстві, вони також стикаються з певними викликами. Серед них можна відзначити високу вартість обладнання, потребу в спеціалізованих знаннях для роботи з дронами та необхідність постійного технічного обслуговування (Jones, 2021). Проте із розвитком технологій очікується, що вартість

цих рішень зменшуватиметься, а функціональні можливості дронів будуть розширюватися.

Безпілотні технології, зокрема дрони, пропонують ефективний інструмент для моніторингу стану полів та виявлення зон ураження хворобами рослин. Використання таких технологій дозволяє оперативно реагувати на загрози для врожаю, зменшуючи втрати та покращуючи загальну ефективність сільськогосподарського виробництва. У майбутньому дрони відіграватимуть все більшу роль у точному землеробстві, поєднуючи моніторинг, аналіз даних та внесення засобів захисту рослин.

УДК 633.11:632.4:615.9

## **СУЧАСНІ МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ ВНУТРІШНІХ ІНФЕКЦІЙ У НАСІННІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ТА МЕТОДИ СТЕРИЛІЗАЦІЇ ПОВЕРХНІ ЗЕРНА**

**Ю. Спичак<sup>1</sup>, Т. Рожкова<sup>1,2</sup>**

*<sup>1</sup>Сумський національний аграрний університет  
вул. Герасима Кондратьєва, 160; м. Суми, 40021, Україна*

*<sup>2</sup>Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного  
НАН України  
вул. Академіка Заболотного, 154; м. Київ, 03143, Україна  
e-mail: yuriispychak@gmail.com*

Внутрішні інфекції поширюються через насіння і викликають значні втрати врожаю, тому їх виявлення є надзвичайно важливим для запобігання поширенню та своєчасного застосування заходів контролю. Сучасні методи діагностики внутрішніх інфекцій, дають змогу своєчасно вживати заходів для захисту рослин, мінімізуючи втрати врожаю та покращуючи його якість.

Стерилізація поверхні зерна є критично важливою для точності аналізу внутрішніх патогенів. Основна мета цього процесу полягає в знищенні мікроорганізмів, таких як спори грибів та бактерії, що містяться на поверхні зерна. Це дозволяє уникнути перехресного забруднення під час аналізу й забезпечує достовірність результатів, оскільки зовнішні контамінанти не впливають на виявлення внутрішніх патогенів.

*Сучасні методи виявлення внутрішньої інфекції.*

Мікробіологічні методи є одним із основних способів виявлення інфекцій у насінні пшениці. Ці методи передбачають вирощування зразків насіння на селективних середовищах, що сприяють розвитку специфічних патогенів. Один із таких методів полягає у вирощуванні насіння на агарових середовищах, що містять антибіотики, які пригнічують розвиток небажаних мікроорганізмів, дозволяючи рости лише патогенам. Після інкубації проводиться ідентифікація вирощених колоній за допомогою мікроскопічних і біохімічних тестів.

Молекулярні методи, такі як полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР), дозволяють швидко і точно визначати наявність ДНК або РНК патогенів у насінні. Ці методи є високочутливими й специфічними, що дозволяє виявляти навіть незначні кількості патогенів. ПЛР використовує специфічні праймери для ампліфікації цільових нуклеїнових кислот, що дає змогу ідентифікувати патоген за його генетичним матеріалом.

Імуноферментний аналіз (ІФА) є методом, що базується на взаємодії антиген-антитіло. Використовуючи специфічні антитіла до патогенів, можна визначити наявність і кількість патогенів у зразках насіння. ІФА дозволяє проводити масові дослідження і є порівняно недорогим та швидким методом.

*Методи стерилізації поверхні зерна пшениці озимої.*

Хімічні методи стерилізації, такі як використання 70 % етанолу або 10 % розчину гіпохлориту натрію, ефективно знищують поверхневі збудники. Використовуються також теплові

методи, зокрема автоклавування або прогрівання зерна за збереження його внутрішньої цілісності.

Фізичне видалення спор з поверхні зерна є альтернативним підходом, який також має важливе значення. Механічні методи, такі як миття, скрабінг або ультразвукова обробка, дозволяють видалити поверхневі мікроорганізми без шкоди для внутрішньої структури зерна.

Комбінація різних методів стерилізації забезпечує ще більшу ефективність у видаленні мікроорганізмів з поверхні зерна. Поєднання хімічних і фізичних методів дозволяє досягти більшого рівня чистоти та надійності результатів аналізу.

Під час проведення досліджень стерилізація зерна пшениці озимої 70 % етанолом продемонструвала високу ефективність у зменшенні кількості зовнішніх патогенів. Унаслідок застосування цього методу кількість зовнішніх контамінантів знизилася на 90 %. Це не лише суттєво підвищило точність і достовірність аналізу, але й зменшило ризик перехресного забруднення під час ідентифікації внутрішніх інфекцій. Зниження кількості зовнішніх контамінантів дозволило отримати більш чітку картину присутності внутрішніх патогенів, що є критично важливим для розробки ефективних стратегій захисту та покращення врожайності пшениці. Цей метод виявився простим у застосуванні та економічно вигідним, що робить його придатним для широкого використання у сільськогосподарських дослідженнях та виробництві.

Сучасні діагностичні методи, такі як мікробіологічні, молекулярні та імуноферментні аналізи, дозволяють швидко й ефективно ідентифікувати патогени. Ефективна стерилізація поверхні зерна гарантує точність досліджень, мінімізуючи вплив зовнішніх забруднень. Впровадження новітніх технологій у діагностиці та контролі захворювань пшениці знижує залежність від хімічних засобів захисту, покращує екологічну стійкість сільськогосподарства й забезпечує стабільну продуктивність культури.

УДК 632:579.2

## **ВИЯВЛЕННЯ ЗБУДНИКА БАКТЕРІАЛЬНОЇ ГНИЛІ РОДУ *DICKEYA* НА КАРТОПЛІ У КИЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ**

**О. В. Субін<sup>1</sup>, Ю. В. Коломієць<sup>1</sup>, Л. М. Буценко<sup>2</sup>,  
Л. А. Пасічник<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Національний університет біоресурсів  
і природокористування України*

*вул. Героїв Оборони, 15; м. Київ, 03041, Україна*

*<sup>2</sup>Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного  
НАН України*

*вул. Академіка Заболотного, 154; м. Київ, 03143, Україна*

*e-mail: l.m.butsenko@gmail.com*

Останнім часом в агроценозах нашої країни відбуваються значні зміни. Серед інших проблем привертає увагу зростання кількості та шкідливості збудників бактеріальних хвороб. У зоні особливої уваги перебувають пасльонові культури. Поширення м'яких бактеріальних гнилей при вирощуванні і зберіганні картоплі спричинює значні збитки господарствам. Прогнозування поширення та організація заходів контролю збудників бактеріальних м'яких гнилей пасльонових культур вимагає оцінки спектру розповсюджених патогенів. В останні роки серед збудників бактеріальних м'яких гнилей пасльонових особливо увагу привертають патогени роду *Dickeya*. Цей патоген раніше виявляли лише у тропіках та субтропіках. Проте в останні роки зростає кількість повідомлень про ураження різних пасльонових культур цим фітопатогеном у європейських країнах. Рух патогену на північ також супроводжується збільшенням агресивності збудника та зростанням економічних втрат від ураження мокрими бактеріальними гнилями як за вирощування культур, так і у період зберігання врожаю.

Моніторинг наявності бактеріальних гнилей картоплі здійснювали упродовж вегетаційного періоду 2022 та 2023 рр. у приватних та фермерських господарствах Київської області. Із зелених частин та бульб з ураженнями, типовими для м'яких гнилей, ізолювали фітопатогенні бактерії. Первинну ідентифікацію збудника здійснювали за морфолого-культуральними ознаками та здатністю мацерувати тканини бульб картоплі. Встановлення належності збудників до роду *Dickeya* виконано за допомогою методу полімеразно-ланцюгової реакції з використанням праймерів до гену *pelADE* для *Dickeya* sp.

Нами показано, що до 3 % рослин картоплі мають ознаки бактеріальної гнилі або «чорної ніжки»: коричневі або бурі плями на нижній частині стебла, в'янення рослини, розм'якшення тканин стебла, порожнистість стебла та гниль бульб. Найчастіше рослини з ознаками бактеріального ураження виявляли у липні. Це може бути пов'язано з підвищенням температури у цей період (більше ніж 25 °C), що є сприятливим для розвитку таких патогенів як *Dickeya* sp.

Встановлено, що у третині зразків рослин і бульб картоплі були присутні бактерії роду *Dickeya*. Найчастіше ці фітопатогенні бактерії виявляли у липні 2022 р. При аналізі кліматичних умов 2022 та 2023 років у Київській області показано, що у липні 2022 р. спостерігалася доволі тепла погода. Температура коливалася у межах 16–27 °C (середня температура липня 2022 р. становила 25 °C). Найвища зафіксована температура становила 36,7 °C. Протягом місяця було приблизно 287 годин сонячного світла, а опади склали близько 87 мм, відповідно, липень став одним із найвологіших місяців року у регіоні. У липні 2023 р. температура була дещо нижчою, як порівняти з попереднім роком. Середня температура становила близько 24 °C, максимальні температури сягали 30 °C, а мінімальні опускалися до 17 °C. Серпень 2022 р. так само був дещо прохолоднішим за липень 2022 року. Середня температура становила близько 24 °C, максимальні температури сягали 30 °C.

Вологість у серпні 2022 р., як і у липні, була близько 67 %, але опади були меншими від липня, складаючи приблизно 57 мм.

Отже, вперше підтверджено присутність збудників роду *Dickeya* у насадженнях картоплі у Київській області. Найчастіше ураження картоплі бактеріями роду *Dickeya* відбувалося у максимально теплий період спостереження — липень 2022 р., який був дещо теплішим і вологішим, як порівняти з серпнем того ж року та липнем 2023 р. Встановлення видового статусу виявлених збудників потребує подальших досліджень.

# **БІОТЕХНОЛОГІЇ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ**

UDC 579.64:579.222.3

## **SOLVENT EXTRACTION OF MOLYBDENUM BY PHOSPHATE TRIBUTYL DILUTED IN KEROSENE FROM ALGERIAN SOILS**

**A. Amara<sup>1</sup>, A. Touat<sup>1</sup>, M. Benounis<sup>1</sup>, O. Balamane-Zizi<sup>2</sup>,  
A. Benselhoub<sup>3</sup>, N. Dovbash<sup>4</sup>**

*<sup>1</sup>Laboratory of Sensors, Instrumentations and Process (LCIP),  
University of Khenchela  
BP 1252 Road of Batna, Khenchela, 40004, Algeria*

*<sup>2</sup>Sciences Laboratory of Industrial Process Engineering,  
University of Sciences and Technology Houari Boumediene  
BP 32, 16111 El-Alia, Bab-Ezzouar, Algiers, Algeria*

*<sup>3</sup>Environmental Research Center (C. R. E.)  
Sidi Amar, Annaba, 23001, Algeria*

*<sup>4</sup>National Scientific Centre “Institute of Agriculture  
of the National Academy of Agricultural Sciences”  
2B Mashynobudivnykiv Str., Chabany, 08162, Ukraine*

*e-mail: benselhoub@yahoo.fr*

Molybdenum is a crucial micronutrient in agriculture, essential for nitrogen fixation and soil health. It is involved in enzyme activation, nucleic acid metabolism, sulfur metabolism, seed formation, and disease resistance. Soil availability is influenced by organic matter content and leaching. Proper management practices ensure adequate molybdenum levels for optimal crop growth and sustainable agriculture. Solvent extraction by tributylphosphate and trioctylamine

diluted in kerosene with the following conditions pH = 3.4, [Mo] = 50 ppm, and RV = 0.14. Results. The results of the distribution ratio (D) values for the extraction of molybdenum (VI) (0 % to 90 %) were determined. This study of solvent extraction of molybdenum aims to contribute to the development of efficient, cost-effective, and environmentally sustainable methods for molybdenum recovery, which is essential for various industrial applications

УДК 579.663

**ДЕСТРУКЦІЯ БІОПЛІВОК ФІТОПАТОГЕННИХ  
БАКТЕРІЙ ЗА НАЯВНОСТІ  
ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН  
*NOCARDIA VACCINII* ІМВ В-7405, СИНТЕЗОВАНИХ  
У СЕРЕДОВИЩІ З ТРИПТОФАНОМ  
ТА ЕРИТРИТОЛОМ**

**А. М. Воробей<sup>1</sup>, Т. П. Пирог<sup>1,2</sup>, Т. А. Шевчук<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Національний університет харчових технологій  
вул. Володимирська, 68; м. Київ, 01033, Україна*

*<sup>2</sup>Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного  
НАН України*

*вул. Академіка Заболотного, 154; м. Київ, 03143, Україна*

*e-mail: vorobei.anna.biotech@gmail.com*

Раніше було встановлено здатність продуцента поверхнево-активних речовин *Nocardia vaccinii* ІМВ В-7405 до синтезу трьох класів стимуляторів росту рослин (ауксини, гібереліни, цитокініни). Синтезовані поверхнево-активні речовини *N. vaccinii* ІМВ В-7405 характеризувалися високою біологічною щодо фітопатогенних бактерій активністю, що у поєднанні

з одночасним синтезом фітогормонів дає змогу реалізувати інтегровану технологію синтезу комплексного мікробного препарату для використання у рослинництві. Проте фактором, що негативно впливав на ефективність застосування мікробного препарату, була низька концентрація синтезованих ауксинів та гіберелінів, кількість яких у подальших дослідженнях вдалося збільшити за рахунок внесення до середовища культивування продуцента попередників біосинтезу фітогормонів — триптофану та еритритолу відповідно. Проте біологічна активність ПАР, як і всіх вторинних метаболітів, може змінюватися у разі зміни умов культивування продуцента, тому немає гарантій того, що ПАР *N. vaccinii* ІМВ В-7405, синтезовані за умов інтенсифікації синтезу фітогормонів, будуть характеризуватися необхідною для практичного використання високою здатністю до деструкції біоплівки бактеріальних збудників хвороб рослин.

У зв'язку з цим мета роботи полягала у дослідженні впливу триптофану та еритритолу на здатність ПАР *N. vaccinii* ІМВ В-7405 до деструкції біоплівки фітопатогенних бактерій.

Культивування *N. vaccinii* ІМВ В-7405 здійснювали у рідкому мінеральному середовищі з відпрацьованою соняшниковою олією (2 %, об'ємна частка), в яке у лаг-фазі росту продуцента вносили триптофан (300 мг/л) та еритритол (400 мг/л). Поверхнево-активні речовини екстрагували з супернатанту культуральної рідини сумішшю Фолча (хлороформ і метанол, 2:1). Ступінь руйнування біоплівки (%) визначали як різницю між адгезією клітин бактеріальних тест-культур у необроблених і оброблених ПАР лунках полістиролового планшету. Як тест-культури для визначення ступеня деструкції біоплівки використовували фітопатогенні бактерії *Pectobacterium carotovorum* УКМ В1075<sup>†</sup>, *Agrobacterium tumefaciens* УКМ В-1000, *Clavibacter michiganensis* ІМВ В-10<sub>2</sub>, люб'язно надані співробітниками відділу фітопатогенних бактерій Інституту мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України.

У дослідженні встановлено, що наявність попередників біосинтезу фітогормонів у середовищі культивування *N. vaccinii* ІМВ В-7405 супроводжувалась синтезом ПАР, за дії яких ступінь деструкції біоплівки тест-культур був у середньому на 2–8 % вищим, як порівняти з показниками, встановленими для ПАР, одержаними у середовищі без попередників біосинтезу ауксинів та гіберелінів. Так, під впливом поверхнево-активних речовин (0,78–200 мкг/мл), синтезованих за внесення триптофану та еритритолу, деструкція біоплівки фітопатогенних бактерій становила (%): *P. carotovorum* УКМ В1075<sup>T</sup> — 52–74, *P. syringae* 8511 — 55–80, *C. michiganensis* ІМВ В-10<sub>2</sub> — 37–57.

Отже, культивування *N. vaccinii* ІМВ В-7405 у середовищі з триптофаном та еритритолом дає змогу одержати комплексний мікробний препарат для використання у рослинництві, який характеризується не тільки високою ріст-стимулювальною активністю, а й підвищеною здатністю до деструкції біоплівки фітопатогенних бактерій.

UDC 635.21:632.937

## **THE STUDY OF FERTILIZER LEONARDIT USAGE IN TERMS OF WESTERN UKRAINIAN FOREST-STEPPE PROVINCE**

**A. T. Gavryluck<sup>1</sup>, O. M. Rozhok<sup>2</sup>, O. Ya. Kuvshynov<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Ukrainian science-research plant quarantine station,  
Institute of plant protection, NAAS  
1 Naukova Str., Boiany, Chernivtsi district, Chernivtsi region,  
60321, Ukraine*

*<sup>2</sup>Institute of biology, chemistry and bioresources,  
Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University  
25 Lesi Ukrainky Str., Chernivtsi, 58002, Ukraine*

*e-mail: allona\_menik@ukr.net*

The agricultural scientists brought to the fore the issue of Environmental Protection and receiving production of environmentally friendly food products at the beginning at XXI st century. The scientists use developments to increase the yield of vegetable crops, improve the presentation and quality of products for these problems solving. The results of statistical data show that the area of potato plantations ranks fourth after rice, wheat and corn. World potato yield was received 376,1 million tons in 2021. The plantings area consisted of 18.0 million hectares. Ukraine (21,4 million tons) was in the top three leaders among the potato producers after China (94,3 million tons), India (54,2 million tons). The global potato production has decreased to 354,3 million tons, because a number of factors the war beginning in Ukraine, which led to planting grounds, unfavorable weather conditions since 2022 (Bondarchuk A. A., 2010).

Viral, fungal and bacterial diseases are an important aspect of crop shortage, loss of quality and presentation of potato seed and food material. Early blight is known as Irish blight or target spot of

potato. It is one of the aggressive harmful fungi diseases. It defeats aboveground and underground parts of potato (Havryliuk A. T., 2021).

The struggle against potato diseases is actual problem for potato growing in Ukraine. Their causative agents are different phytopathogen organisms. It is necessary to provide modern biotechnologies according to the trend for pesticide load decrease on agrophytocenosis. They base upon the increasing biological protection measures. They allow to increase the functional state of plants, productivity and production quality.

Leonardite is ecologically pure, organic fertilizer, growth stimulator, based on humic and fulvic acids (65–80 %). Humic acid encourages rapid plant growth, stimulates the development of the root system, and fulvic acid optimizes foliar nutrition of the plant, reduces the surface tension of aqueous solutions, thereby increasing the permeability of cell membranes and translates trace elements into a more easily digestible form. The proposed preparation increases crop yields and plant immunity increases against diseases and pests.

Scientists conducted research on the basis of UkSRPQS IPP NAAS during 2023–2024. The fertilizers efficiency studied on the potato plantations in field terms. The scheme of field trials includes two options: control and fertilizer's Leonardit treating. The variety Strumok used for researches. Potato tubers were planted manually. Fertilizer put to the soil before planting at a dosage of 7 kg per 1 acre. The potato yield increase and the early blight decrease observed on the plots with growing stimulator Leonardit as per received results. The disease development consisted of 47,9 % on variety Strumok during the fertilizer treating. So the control was in scope 63,4 %. The yield increase was on 0,3 t/ha in comparison with control during the preparation usage. It is necessary to use Leonardit in organic farming and in integrated potato protection from diseases taking into account the economic aspects.

УДК 54:37.013

**ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ  
ІММОБІЛІЗОВАНОГО ФЕРМЕНТНОГО  
ПРЕПАРАТУ ПРОТОСУБТИЛІН ГЗХ А-120  
У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ**

**Л. В. Гуменюк, Л. В. Худа**

*Чернівецький національний університет  
імені Юрія Федьковича*

*вул. Коцюбинського, 2; м. Чернівці, 58002, Україна  
e-mail: humeniuk.liliana@chnu.edu.ua*

Як відомо, ферментні препарати відіграють одну із ключових ролей в інтенсифікації тваринного сектору сільського господарства, оскільки сприяють підвищенню ефективності та зниженню витрат на утримання господарства. Їх використання як кормових добавок дає можливість оптимізувати процеси травлення в організмі, що зі свого боку сприяє кращому засвоєнню поживних речовин і, як наслідок, забезпечує пришвидшення набору маси та покращує імунітет тварин. Проте ферменти в нативному стані мають обмежений термін придатності, що спонукало до розробки альтернативних методів, здатних забезпечувати пролонговану активність ферментів. Суть цих методів полягає в прикріпленні ферменту до органічних чи неорганічних носіїв.

Відповідно, метою роботи стала оцінка ефективності іммобілізації гідролітичного ферментного препарату на базальтових туфах. У нашому дослідженні іммобілізацію ферментного препарату Протосубтилін ГЗХ А-120 здійснювали адсорбційним способом на твердій природній матриці — подрібнених цеолітах з родовища «Полицьке-2». Процедура іммобілізації проводили протягом 24 год., періодично перемішуючи суспензію.

Для оцінки ефективності іммобілізації визначали кількість загального білка та вимірювали активність ферментного препа-

ISBN 978-617-7570-78-2

рату в розчині до та після іммобілізації. Окрім того, нами була здійснена процедура десорбції ферменту з носія 0,4М NaCl для оцінки безпосередньої кількості та активності адсорбованого ферментного препарату на туфах.

Відповідно до отриманих результатів процедура іммобілізації забезпечила адсорбцію ферментного препарату Протосубтилін ГЗХ А-120 в кількості 55 % від початкової. Безпосередньо з базальтового туфу десорбовано 28 % білка від його початкового рівня в розчині до іммобілізації. Ймовірно, решта кількості ферменту міцно адсорбувалась на матриці.

Як відомо, іммобілізація може призводити до часткової втрати каталітичної активності. Важливо, щоб процес прикріплення фермента до носія не призводив до такого результату. Оцінити це можна за вимірюванням питомої активності ферменту до та після процедури адсорбції. Основну активність препарату Протосубтилін складають лужні та нейтральні протеїнази, тому за цієї причини активність ферментного препарату ми оцінювали саме за протеолітичною активністю.

Після іммобілізації в розчині нами зафіксовано величину протеолітичної активності, що складає 33 % від вихідної питомої активності. Отже, вихід активності іммобілізованого ферменту складає 67 % від початкової.

Можемо підсумувати, що отримані значення вказують на ефективність процесу адсорбційної іммобілізації препарату Протосубтилін ГЗХ А-120 на базальтових туфах.

УДК 54:37.013

## **ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ВІДХОДІВ ПЕРЕРОБКИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ЯК АЛЬТЕРНАТИВНИХ КОМПОНЕНТІВ ЖИВИЛЬНИХ СЕРЕДОВИЩ**

**Г. М. Демчук, Л. В. Худа**

*Чернівецький національний університет*

*імені Юрія Федьковича*

*вул. Коцюбинського, 2; м. Чернівці, 58002, Україна*

*e-mail: demchuk.halyna@chnu.edu.ua*

Одним із шляхів розв'язання проблеми високої вартості середовищ для вирощування мікроорганізмів є використання альтернативних інгредієнтів середовищ. Соя, кукурудза та жито є важливими сільськогосподарськими культурами, продукція яких широко використовується в харчовій промисловості, тваринництві та біотехнологічних процесах. Побічні продукти її переробки містять багатий комплекс поживних речовин, які можуть бути використані для культивування різних мікроорганізмів. Оскільки при виборі сировини для живильних середовищ враховують не лише фізіологічні потреби продуцента, але й вартість сировини, це може значно знизити витрати на виробництво середовищ та підвищити ефективність біотехнологічних процесів.

Для нормального росту і розвитку мікроорганізмів виключно необхідні субстрати зі складними органічними формами азоту. Тому аналіз вмісту білка в різних відходах переробки сільськогосподарських культур може дати уявлення про можливість їх застосування як альтернативних компонентів живильних середовищ.

Метою цієї роботи є дослідження перспективи застосування відходів переробки сої, кукурудзи та жита як альтернативних компонентів для живильних середовищ.

Для дослідження використовували подрібнені відходи зерна кукурудзи (Солонянський 298), жита (Каліпсо) та сої (Аріса).

Аналізували вміст білка у зерні різного ступеня подрібнення, для чого його розділили на три фракції: 5 мм; 2 мм; < 1 мм. Вміст білка визначали за методом Лоурі.

Як свідчать результати досліджень, найбільш ефективна екстракція білка була зафіксована в найменших за розмірами фракціях зернових відходів усіх досліджуваних культур. Так, максимальний вміст загального білка встановлено у фракціях з найменшим діаметром (менше за 1 мм). Зокрема, у сої вміст білка у мінімальній за розмірами фракції більший у 2,7 раза проти більшої фракції, кукурудзі — 1,7 раза, у житі — 1,3 відповідно.

Відходи сої характеризувалися найвищим вмістом загального білка, як порівняти з кукурудзою та житом, причому найбільшою мірою ця різниця зафіксована для дрібної фракції, що дає можливість використовувати її як азотвмісний компонент для створення живильних середовищ.

UDC 579.64:579.222.3

**ASSESSMENT OF PM POLLUTION RELATED  
TO THE MINING OPERATIONS IN THE HELIOPOLIS  
AGGREGATES QUARRY**

**F. Djedid<sup>1</sup>, M. Bounouala<sup>1</sup>, A. Bouslama<sup>2</sup>, A. Benselhoub<sup>3</sup>,  
N. Dovbash<sup>4</sup>, S. Bellucci<sup>5</sup>**

*<sup>1</sup>Laboratory of Mining Resources Valorization and  
Environment (LAVAMINE), Mining Department,  
University Badji Mokhtar-Annaba  
PO Box.12, Annaba, 23000, Algeria*

*<sup>2</sup>Department of Architecture,  
University Badji Mokhtar-Annaba  
PO Box.12, Annaba, 23000, Algeria*

*<sup>3</sup>Environmental Research Center (C. R. E.)  
Sidi Amar, Annaba, 23001, Algeria*

*<sup>4</sup>National Scientific Centre “Institute of Agriculture  
of the National Academy of Agricultural Sciences”  
2B Mashynobudivnykiv Str., Chabany, 08162, Ukraine*

*<sup>5</sup>INFN-Laboratori Nazionali di Frascati  
54 Via Enrico Fermi, 00044 Frascati RM, Italy*

*e-mail: benselhoub@yahoo.fr*

Extractive industries such as mining and quarrying are the most polluting and contributing industries to environmental degradation, especially air emissions. This study aims to evaluate the environmental impacts of particulate matter (PM1, PM2.5, and PM10) emitted during the exploitation operations of aggregates in the Heliopolis quarry in Guelma, Algeria. Six dust-monitoring stations were installed at various distances within and around the Heliopolis aggregates quarry to assess air quality. These stations provided crucial

data on the concentrations of particulate matter (PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>) generated by the quarrying activities.

The XRD and XRF analyses revealed that the quarry dust is dominated by the mineral calcite (CaCO<sub>3</sub>), with concentrations ranging from 48.24 % to 93.36 % across the different sampling stations. Significant amounts of dolomite (CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>), a mineral that can also contain heavy metals, were detected in the dust samples, particularly at Station S2 with a concentration of 40 %. The dust also contained varying concentrations of other minerals, including quartz (SiO<sub>2</sub>), aluminum oxide (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), iron oxide (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), and other metal oxides, which can contribute to the overall toxicity of the particulate matter.

The monitoring results showed that the concentrations of PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> exceeded the WHO's maximum annual recommendations, with readings of 520 µg/m<sup>3</sup> for PM<sub>2.5</sub> and 684 µg/m<sup>3</sup> for PM<sub>10</sub> at the most polluted stations. Prolonged exposure to fine mineral particles, such as PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>, can lead to an increased risk of lung cancer, asthma, and other respiratory ailments among quarry workers. Inhaling these particles can also have adverse effects on the cardiovascular system, contributing to an increased risk of irregular heartbeat, coronary syndromes, and high blood pressure. The presence of heavy metals, like aluminum, in the quarry dust can potentially cause neurological disorders, such as Alzheimer's disease, among workers and nearby residents.

The findings of this study reveal concerning levels of air pollution, with particulate matter concentrations exceeding the WHO's recommended limits, posing significant risks to the health of workers and the surrounding community, which highlights the urgent need for the quarrying industry to adopt more sustainable and environmentally responsible practices. By implementing effective dust control measures, protecting workers, and continuously monitoring the environmental impacts, the industry can mitigate the adverse effects of particulate matter pollution and contribute to the overall well-being of the local community and the surrounding ecosystem.

Transitioning towards a more sustainable future for the quarrying industry is crucial for preserving the environment and safeguarding public health.

УДК 636:633.601

## **ВПЛИВ БІОТЕХНОЛОГІЇ НА СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО**

**Ю. М. Євстафієва, В. І. Бучковська**

*Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»  
вул. Шевченка, 12; м. Кам'янець-Подільський, 32316,  
Україна  
e-mail: pp.nika22@ukr.net*

Сільське господарство традиційно спрямоване переважно на експортоорієнтоване вирощування продукції рослинництва та незначну переробку. Галузь тваринництва охоплює невелику частку у випуску всієї продукції сільського господарства та послуг. Одночасно у всьому світі нині спостерігається істинна біотехнологічна революція.

Сільськогосподарська біотехнологія тепер має доволі багато інструментів, зокрема традиційні методи селекції, які змінюють живі організми або частини організмів, щоб виробляти або модифікувати продукти; покращувати рослини чи тварин; селекціонувати активні мікроорганізми для конкретних сільськогосподарських цілей. Також сучасна біотехнологія активно використовує засоби генної інженерії.

Нині біотехнології та біоекономіка генерують один ланцюг переходу до модерних моделей ведення агробізнесу. На першому місці є застосування в сільському господарстві біопестицидів і біодобрив, біопластику, а також передбачено повторне застосовування біомаси (наприклад, рослинні рештки для

брикетів і пелет або рибні відходи для фармацевтичних препаратів) і стійка біоенергетика. Циркулярна біоекономіка є поставальником поживної та безпечної їжі світовому населенню, яке збільшується, надає нові можливості для сталого розвитку та створення високотехнологічних робочих місць, а також зменшення шкоди навколишньому середовищу та відходів.

Серед глобальних лідерів у розвитку біотехнології є Сполучені Штати Америки, Франція, Німеччина, Південна Корея, Іспанія, Італія, Туреччина, Швейцарія, Бельгія, Норвегія, Австрія та інші країни.

Далекосяжні напрями біотехнології в глобальному мейнстрімі: посухостійкі сорти та гібриди сільськогосподарських культур, технології штучного вирощування м'яса, біопаливо другого та наступних поколінь.

Біопаливо першого покоління виготовляють із цукру, крохмалю, олії й тваринного жиру, застосовуючи традиційні технології. Основними джерелами сировини є насіння чи зерно сільськогосподарських культур. Наприклад, насіння ріпаку пресують для отримання рослинної олії, яка потім може бути використана в біодизелі. Із зерна кукурудзи одержують крохмаль, після його зброджування — біоетанол. Проте такі джерела сировини є в харчовому ланцюжку людей і тварин. Оскільки населення планети зростає швидше, ніж продовольчі системи світу спроможні виробляти їжу, це вимагає дедалі більшого її використання безпосередньо для потреб споживання та зменшення як біопалива. Цю проблему вже сьогодні допомагають розв'язати інноваційні біотехнології отримання біопалива другого та третього поколінь.

Основна ціль біотехнологій отримання біопалива другого покоління полягає у значному збільшенні кількості доступного та екологічно стійкого біопалива, що випускається, з використанням безпосередньо біомаси, яка складається із залишкових нехарчових частин рослин, таких як стебла, листя, лушпиння.

Біопаливо третього покоління або водоростеве паливо виготовляють із водоростей. Водорості — одночасно дешева та високопродуктивна сировина для отримання біопалива. Нині більшість біопалива отримують шляхом перетворення органічної речовини на паливо, проте існує альтернативний підхід, заснований на тому, що деякі водорості від природи виробляють етанол, який можна збирати без знищення рослини.

Також дуже важливу роль відіграватимуть нові біотехнології захисту рослин та забезпечення здоров'я тварин, розвиток синтетичної біології. Крім того, інноваційна харчова біотехнологія передбачає виробництво харчового білка, ферментних препаратів, пребіотиків, а також функціональних харчових продуктів (лікувальних, профілактичних і дитячих). Це дозволяє забезпечити глибшу переробку харчової сировини та створення доданої вартості.

Біотехнологія полягає у застосуванні біологічних організмів, систем і процесів, а її досягнення широко використовуються в багатьох сферах людської діяльності, зокрема медицині, ветеринарії, фармацевтичній та хімічній промисловості, виробництві харчових продуктів, сільському господарстві, охороні навколишнього середовища від різноманітних забруднень, а останнім часом поширюється і на такі нові галузі, як будівництво та біоенергетика.

## SOIL RISK SURVEILLANCE AND ASSESSMENT USING EARTHWORMS

**I. Zeriri<sup>1\*</sup>, N. Belhaouchet<sup>2,3</sup>, A. Soussa<sup>1</sup>, A. Youbi<sup>1</sup>,  
N. Dovbash<sup>4</sup>, A. Benselhoub<sup>1</sup>, H. Berrabah<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Environmental Research Center (C. R. E.)  
Sidi Amar, Annaba, 23001, Algeria*

<sup>2</sup>*Department of Pharmacy, University Badji Mokhtar-Annaba  
PO Box.12, Annaba, 23000, Algeria*

<sup>3</sup>*Laboratory of Cell Toxicology, Department of Biology,  
Faculty of Sciences, University Badji Mokhtar-Annaba  
PO Box.12, Annaba, 23000, Algeria*

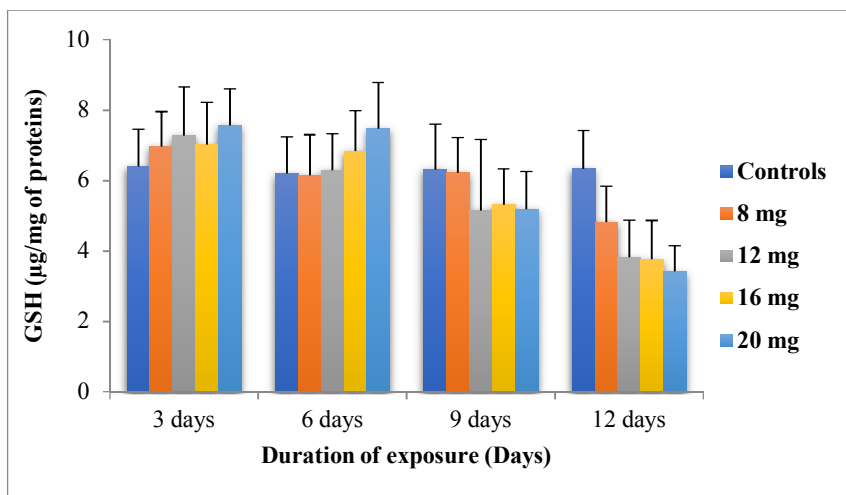
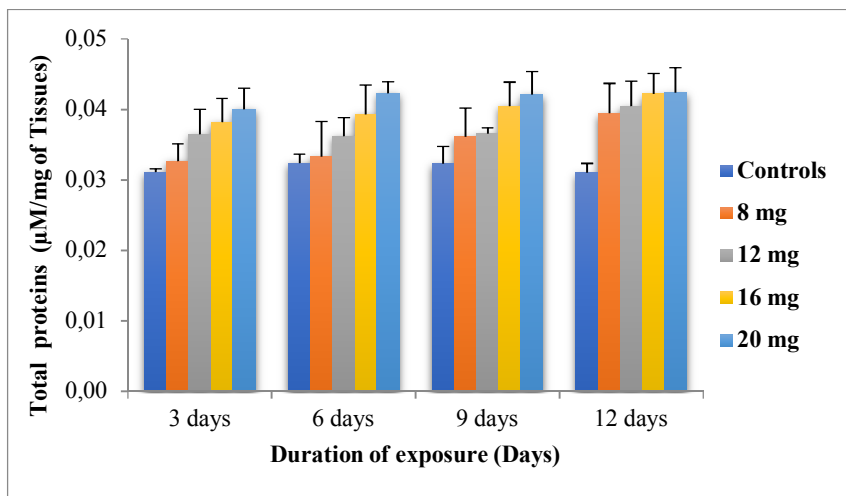
<sup>4</sup>*National Scientific Centre “Institute of Agriculture  
of the National Academy of Agricultural Sciences”  
2B Mashynobudivnykiv Str., Chabany, 08162, Ukraine*

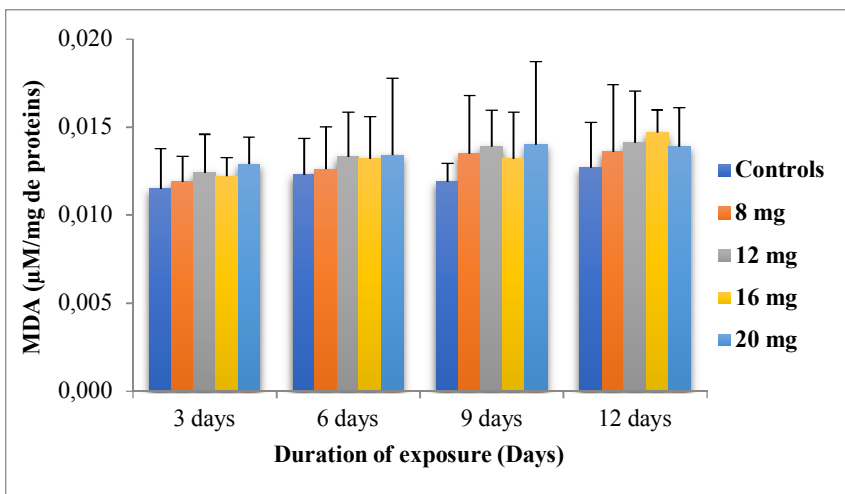
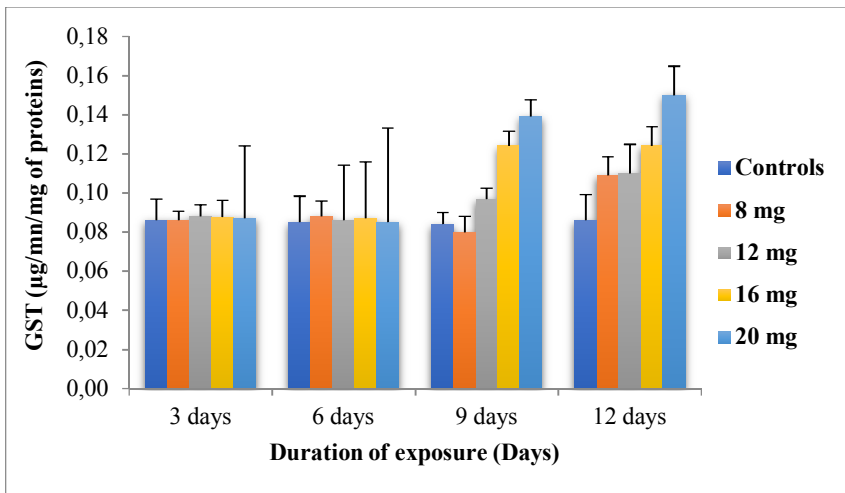
*e-mail: zeririibtissem@gmail.com*

In light of technological advancements and the need to increase agricultural yield, many toxic substances, such as pesticides, are used in human activities (Strassemeyer et al., 2017; Tudi et al., 2021). Once introduced into the soil environment, these substances can pose risks to living organisms (Murati, 2012). Earthworms are key species in the soil food web, playing a crucial role as ecosystem engineers (Pulleman et al., 2012). Using these animals as bio-indicators is a biotechnological approach to monitor soil quality and ecosystem health.

This study aimed to evaluate the toxicity induced by the insecticide Methomyl using the earthworm species *Octodrilus complanatus* (Dugès, 1828) as a bio-indicator of terrestrial ecosystem quality. The experiment involved treating the soil with increasing doses of the insecticide (8, 12, 16, 20 mg/kg) along with a control group, and

applying it over periods of 3, 6, 9, and 12 days. The effects were investigated using a targeted laboratory approach, testing several parameters including biochemical metabolites (total proteins) and oxidative stress biomarkers such as GST activity, GSH levels, and MDA levels, as well as their evolution in the presence of the xenobiotic.





Our results highlight confirmed toxicity, evidenced by increased total protein levels and lipid peroxidation (MDA). This effect is accompanied by the activation of the detoxification system (GSH, GST).

УДК 631.461.5:633.3.31

## **ОЗНАКА СОЛЕ-ТОЛЕРАНТНОСТІ *RHIZOBIUM MELILOTI* ПІДВИЩУЄ ЕФЕКТИВНІСТЬ СИМБІОЗУ З ЛЮЦЕРНОЮ В УМОВАХ СОЛЬОВОГО СТРЕСУ**

**К. С. Коробкова, Т. В. Затовська**

*Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного  
НАН України*

*вул. Академіка Заболотного, 154; м. Київ, 03143, Україна*

*e-mail: kkorobkova@ukr.net*

Зміни клімату ускладнюють традиційно орієнтоване сільськогосподарське виробництво України. Поряд із низкою негативних наслідків, це також призводить до підвищення ступеня засоленості ґрунтів і посилення шкідливого впливу фітопатогенних мікроорганізмів, що актуалізує необхідність впровадження екологічно безпечних агротехнологій. Оскільки бобові культури у симбіозі з бульбочковими бактеріями сприяють відновленню родючості ґрунтів, перспективним є створення продуктивних рослинно-мікробних систем, що здатні функціонувати за несприятливих умов.

Дослідження виконували в умовах мікровегетаційного досліді з використанням паростків люцерни *Medicago sativa* сорту Синюха і бактеріальних культур *Rhizobium meliloti* з різною толерантністю до сольового стресу: ефективний виробничий штам 425а, штам із підвищеною толерантністю до засолення S19 і солечутливий варіант — штам S157. Встановлено, що як у стандартних умовах, так і у засоленому середовищі (NaCl 50мкМ) рослини люцерни, окремо інокульовані зазначеними штамми ризобій, мали здатність формувати симбіоз із утворенням азотфіксувальних бульбочок. В умовах засолення ефективність симбіозу (за масою рослин і кількістю бульбочок) переважала у варіантах *R. meliloti* штамів стандартного (425а) і соле-толерантного (S19), проте ці показники були значно

ISBN 978-617-7570-78-2

меншими (до 60 %) від варіантів у середовищі стандартного складу. Найгірші показники мав варіант рослин у симбіозі з солечутливим штамом S157. Аналіз морфометричних даних та індексу толерантності показав такі ж тенденції: при засоленні середовища рослини, інокульовані ризобіями з різним ступенем чутливості до сольового стресу, мали гірші показники, ніж варіанти у стандартних умовах вирощування рослин, проте солетолерантний варіант *R. meliloti* S19 відрізнявся кращими характеристиками.

Отримані дані є підґрунтям для ствердження, що подальший пошук і застосування штамів *R. meliloti* з підвищеною толерантністю до несприятливих умов (засолення ґрунтів) при вирощуванні бобових культур є шляхом для удосконалення екологічно безпечних агротехнологій за кліматичних змін.

УДК 635.21:631.53:581.143.6

## **ВПЛИВ РІЗНОГО СКЛАДУ ЖИВИЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА НА БУЛЬБОУТВОРЕННЯ РОСЛИН КАРТОПЛІ В КУЛЬТУРІ *IN VITRO***

**Т. М. Купріянова, Н. В. Макарчук**

*Інститут картоплярства НААН*

*вул. Ярослава Мудрого, 22; с-ще Немішаєве,*

*Бучанський район, Київська область, 07853, Україна*

*e-mail: tkupriyanova495@gmail.com*

За традиційною технологією виробництва мікробульб *in vitro* понад 70 % витрат припадає на електроосвітлення, що стримує їх застосування як вихідного матеріалу для насінництва картоплі через високу собівартість. Знизити собівартість можливо за рахунок мікротуберизації бульб *in vitro* в темряві шляхом засвоєння сахарози з середовища. Проте за відомими

методами та способами вихід мікробульб з однієї пробірки та їхня середня маса недостатні для масового використання в на-сінництві. Тому метою дослідження було встановлення чинників впливу на індукцію бульбоутворення *in vitro* та на збільшення розміру мікробульб.

У 2021–2022 рр. в Інституті картоплярства НААН проводили дослідження впливу різного вмісту в живильному середовищі кінетину та сахарози на індукцію бульбоутворення в культурі *in vitro* за двофазового культивування. Об'єктом дослідження були сорти селекції Інституту картоплярства НААН Слаута та Княгиня. Вихідні рослини вирощували за традиційною технологією клонального мікророзмноження, що передбачає вирощування рослин у кліматичній кімнаті за температури 18–25 °С, освітленості 3500–5000 лк, відносній вологості повітря 70 %, фотоперіоді 16 год.

Загальновідомо, що високий вміст сахарози позитивно впливає на формування мікробульб у культурі *in vitro*, проте при садінні експлантів на таке середовище регенерація пагонів та коренів не відбувається або проходить зі значною затримкою. Тому на початковому рості рослин картоплі в культурі *in vitro* доцільно використовувати звичайне середовище для клонального мікророзмноження, а саме модифіковане в Інституті картоплярства з вмістом сахарози 2 %, і на наступному етапі після його використання додавати інше живильне середовище. У дослідженнях, що проводилися, через 30 діб додавали середовище Мурасіге-Скуга з умістом кінетину 0,25 мг/л, 0,5 мг/л, 1 мг/л та сахарози 4 %, 6 %, 8 %. Кількість облікових рослин — 30 шт. Бульбоутворення тривало упродовж двох місяців у темноті за температури 18–20 °С.

У підсумку проведених досліджень встановлено, що при збільшенні вмісту сахарози в середовищі зростає кількість мікробульб у пробірці, а при збільшенні кінетину зростає їхня маса. Так, у сорту Слаута при 8 % сахарози і 0,25 мг/л кінетину утворилося в середньому на одну пробіркову рослину

4,5 мікробульб у перший рік досліджень та 4,8 мікробульби на другий рік проведення досліджень. Їхня середня маса коливалася від 410 мг до 420 мг, а при додаванні 1 мг/л кінетину й такої самої кількості сахарози середня маса становила від 470 до 500 мг. Проте кількість бульб зменшилася більш як у 1,6 раза.

У сорту Княгиня процес мікротуберизації за цих чинників проходить менш виражено, тому отримано значно менше мікробульб від сорту Слаута. Так, середня кількість мікробульб на одну пробіркову рослину становила лише 2,6 шт. при середній масі однієї мікробульби 270 мг. Отже, для сорту Княгиня необхідно проводити додатково пошук факторів хімічної чи фізичної природи для посилення бульбоутворення.

Таким чином, за двофазного культивування рослин *in vitro* на різних за складом середовищах та світлових режимах створюється можливість цілеспрямовано впливати на процес мікротуберизації у різних сортів картоплі.

УДК 63:579.64

## **РОЛЬ МІКРОВОДОРОСТЕЙ *CHLORELLA VULGARIS* У ФУНКЦІОНАЛЬНІЙ СТРУКТУРІ БІОГЕОЦЕНОЗІВ З ПОГЛЯДУ ТЕОРІЇ КОНСОРЦІЙ**

**С. О. Петренко, О. І. Олійник, В. А. Родіонов,  
В. Ю. Поздняков**

*Інститут кліматично орієнтованого сільського  
господарства НААН*

*вул. Маяцька дорога, 24; с-ще Хлібодарське, Одеський р-н,  
Одеська обл., 67667, Україна*

*e-mail: petrenko\_s\_a\_@ukr.net*

Останніми роками розглядається роль ґрунтових водоростей у функціональній структурі біогеоценозів з погляду теорії

консорцій. Аналізуються зв'язки водоростей як детермінантів організмами-консортами: бактеріями, актиноміцетами, грибами та ін. У зв'язку з поширенням кризових явищ у природних екологічних системах особливо актуальним стало налагодження науково обґрунтованого управління біогеоценозами для їхнього відновлення, стабілізації й попередження негативних впливів на них. Відомо, що органічна речовина, яка утворюється водоростями, включається в біохімічні процеси по-різному. Крім впливу на фізичні властивості ґрунту, вона потрапляє у трофічні ланцюги, впливає на інші мікроорганізми.

Альголізація ґрунтів (внесення живої біомаси ґрунтових водоростей у ґрунт) дозволяє покращити їхню родючість, підвищити врожайність та якість сільськогосподарської продукції при зменшенні витрат на добрива. Альголізація ґрунту посилює розвиток ґрунтових бактерій-азотфіксаторів у зоні ризосфери й пригнічує ріст патогенної мікробіоти. Агрономічно корисні ґрунтові водорості є такими не тільки завдяки тому, що вони активно фіксують азот повітря, а й унаслідок здатності продукувати біологічно активні речовини, зокрема фітогормони та амінокислоти. Вони забезпечують оптимізацію гормонального стану та амінокислотного складу рослин, що позитивно впливає на продукційний процес сільськогосподарських культур. Водорості беруть участь в утворенні осадових порід та ґрунтоутворенні, у складі ґрунту виділяють у навколишнє середовище кисень. З їхніх відмерлих решток утворюється органічна речовина ґрунту, що підвищує його родючість. Тому масове розмноження ґрунтових водоростей — «цвітіння» ґрунту, яке спостерігають найчастіше навесні або восени, вважають прикметою доброго врожаю. Застосовуючи для поливу рослин біологічні препарати на основі азотфіксувальних ґрунтових водоростей *Chlorella vulgaris*, можна зменшити витрати мінеральних та органічних добрив. Згідно із сучасними уявленнями, у будь-якому агроценозі між рослинами і мікроорганізмами відбуваються молекулярні взаємодії, які супроводжуються обміном метаболітами.

Мікроорганізми сприяють формуванню в ризосферній зоні фонду доступних рослині поживних речовин і фізіологічно активних сполук. Біологічні препарати на основі азотфіксувальних ґрунтових водоростей *C. vulgaris* мають такі основні властивості: стимулюють енергію проростання насіння та ростові процеси у рослинах внаслідок виділення низки фітогормонів (гібереліни, ауксини, цитокініни); забезпечують рослини доступним азотом (переводять атмосферний молекулярний N у доступну для рослин нітратну форму); утримують вологу в ґрунті за рахунок гідрофільного колоніального слизу; здійснюють захист рослини від патогенних грибів; сприяють збереженню та відновленню родючості ґрунту — структурують мікрочастки, розпушують ґрунт, насичують органічними речовинами, запобігають ерозії; поглинають мінеральні солі з поверхні ґрунту та роблять їх доступними для рослин (хелатизують хімічні елементи ґрунту, утворюючи комплексні сполуки металів із деякими органічними речовинами, іони металів переходять у розчинний стан); стимулюють розвиток корисної мікробіоти ґрунту; поліпшують аерацію ґрунту; є антистресантом для рослин.

Наукові співробітники Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН працюють над створенням комплексної програми відновлення родючого шару ґрунтів шляхом їх альголізації живою біомасою мікрowodоростей *C. vulgaris* у традиційних та біологічних системах вирощування сільськогосподарських культур. Розроблену нами технологію можна застосовувати для фітореMediaції ґрунтів в промислових районах, де агроландшафт був порушений унаслідок видобутку корисних копалин, затоплення, зміщення, ерозії тощо. Технологія є «зеленою», повністю екологічно безпечною. Препарати на основі азотфіксувальних ґрунтових водоростей *C. vulgaris* ІФР № С-111 застосовуються для передпосівної обробки насіння і позакореневого внесення при вирощуванні сільськогосподарських культур. У захищеному ґрунті можуть застосовуватися як при гідропонній культурі, так і як чиста альгокультура

при внесенні в ґрунт. Технологія дає можливість скоротити обсяги внесення синтетичних азотних добрив, що зі свого боку сприятиме отриманню високоякісної сільськогосподарської продукції з вмістом нітритів та нітратів, значно нижчим від ГДК. Місія нашої технології зробити екологічне землеробство («біо») настільки ж ефективним і продуктивним, як традиційне. Концентрат продуктів життєдіяльності азотфіксувальної ґрунтової водорості *C. vulgaris* ІФР № С-111 містить макро- і мікроелементи, 17 вільних амінокислот, низку фітогормонів, лактонів (сигнальних молекул) і є цілісною біологічною формулою, яку створила сама природа. Насичений вітамінами, мікро- і макроелементами, причому у формі, яка легко засвоюється рослинами, має антибактеріальну, антигрибкову активність (ліпопептид ностофунгіцидин та інші). Суха біомаса *C. vulgaris* містить більше за 45 % сирого протеїну, зокрема незамінні амінокислоти, 30–35 % вуглеводів, 7–10 % ліпідів. У складі зеленої клітини містяться незамінні амінокислоти: лізин ( $\approx 10\%$ ), метіонін ( $\approx 1\%$ ), триптофан ( $\approx 2\%$ ), аргінін ( $\approx 15\%$ ), гістидин ( $\approx 3\%$ ), лейцин ( $\approx 6\%$ ), ізолейцин ( $\approx 3\%$ ), фенілаланін ( $\approx 2\%$ ), треонін ( $\approx 2\%$ ) валін ( $\approx 5\%$ ), а також хлорофіл ( $\approx 2\%$ ). На частку вітамінів у біомасі *C. vulgaris* припадають вітаміни груп В, С, РР, Е, каротин. У диких штаммах в нативному вигляді містяться мікроелементи — йод, бром, кобальт, калій, фосфор, залізо, магній і т. п. та антибіотики. Концентрат застосовується у вигляді водного розчину у баковій сумішці з іншими препаратами (сумісний з усіма агрохімікатами) шляхом листової обробки рослин впродовж вегетаційного періоду.

Препарати на основі ґрунтових водоростей пропонуються у двох формах — суспензія та концентрат, отримання яких базується на використанні азотфіксувальної водорості *C. vulgaris* ІФР № С-111 у живому вигляді. Ці спеціальні водорості, що фіксують азот, мають три основні функції: фіксація молекулярного азоту та переведення в біодоступну для рослин форму

в прикореневій зоні рослин; утримання вологи в ґрунті; запобігання патології кореня.

УДК 631.3:631.147:631.358:004.94

## **ІНТЕГРАЦІЯ БІОТЕХНОЛОГІЙ ТА АВТОМАТИЗАЦІЇ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ УКРАЇНИ: ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА СТІЙКОСТІ АГРАРНОГО СЕКТОРУ**

**Г. О. Салінко, С. О Міщенко**

*Східноукраїнський національний  
університет імені Володимира Даля  
вул. Іоанна Павла II, 17; м. Київ, 01042, Україна  
e-mail: atp-23d-1266@snu.edu.ua*

Сільське господарство України, яке є одним із ключових секторів економіки країни, стикається з новими викликами у зв'язку з необхідністю підвищення ефективності виробництва, скорочення витрат та забезпечення екологічної стійкості. Інтеграція біотехнологій та автоматизації є одним із найперспективніших напрямків, що дозволяє досягти цих цілей, зокрема у контексті сучасних тенденцій розвитку аграрного сектору.

Використання біотехнологій у сільському господарстві України сприяє підвищенню урожайності, покращенню якості продукції та зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище. Біологічні препарати, такі як біофунгіциди, біоінсектициди та біостимулятори, дозволяють значно зменшити використання хімічних засобів захисту рослин та синтетичних добрив, що важливо для збереження родючості ґрунтів і зменшення екологічного навантаження.

Автоматизація виробничих процесів є важливим кроком для ефективного використання біотехнологій у сільському

господарстві. Впровадження систем точного землеробства, автоматизованих поливних систем та дронів для внесення біопрепаратів дозволяє зменшити витрати ресурсів, оптимізувати використання добрив і засобів захисту рослин, а також підвищити продуктивність праці.

Поєднання біотехнологій та автоматизації створює умови для більш точного та ефективного ведення сільськогосподарської діяльності. Наприклад, використання автоматизованих систем моніторингу стану рослин дозволяє вчасно виявляти необхідність внесення біологічних препаратів, що знижує ризики захворювань та вплив шкідників. Сучасні технології обробки даних (Big Data, штучний інтелект) сприяють створенню адаптивних систем управління, які враховують специфіку кліматичних умов та особливості кожної окремої культури.

Інтеграція біотехнологій та автоматизації має великий потенціал для розвитку сільського господарства України, особливо в умовах зміни клімату та необхідності підвищення конкурентоспроможності на світовому ринку. Державна підтримка, інвестиції в наукові дослідження та співпраця між аграрними компаніями і технологічними стартапами можуть стати ключовими факторами успішної реалізації цих технологій у практичному агровиробництві.

Поєднання біотехнологій та автоматизації відкриває нові можливості для розвитку сільського господарства України, забезпечуючи підвищення ефективності, стійкості та екологічності аграрного сектору. Така інтеграція сприятиме подальшій модернізації сільського господарства, забезпеченню продовольчої безпеки та підвищенню конкурентоспроможності української аграрної продукції на світовому ринку.

## **ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ КОМПОЗИЦІЙ НА ОСНОВІ САХАРОЗИ ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ**

**О. О. Струмінська**

*Івано-Франківський національний технічний університет  
нафти і газу*

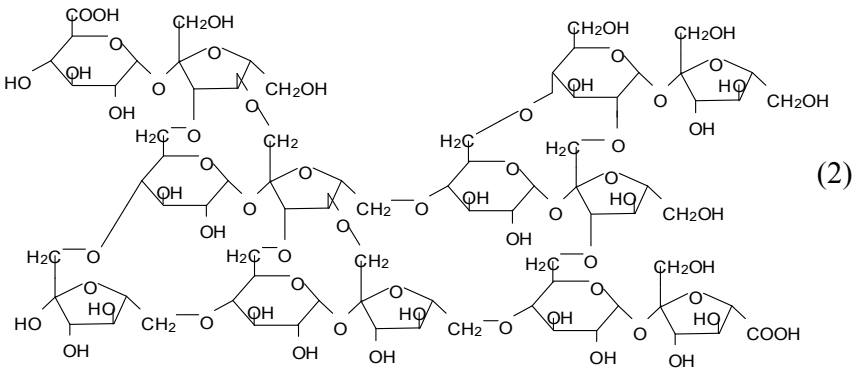
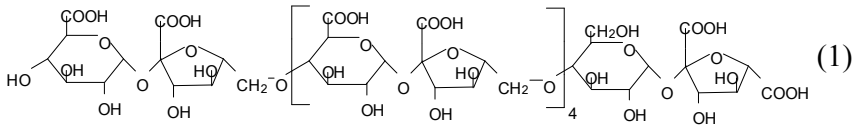
*вул. Карпатська, 15; м. Івано-Франківськ, 76019, Україна*

*e-mail: olena.struminska@nung.edu.ua,*

*chemistry.alyona@gmail.com*

Використання біополімерів, макромолекулярних сполук природного походження, є перспективним у різних галузях завдяки їхнім цінним властивостям, оскільки матеріали, що виготовлені з біологічних ресурсів, є екологічно безпечними і економічно вигідними. Розглядається перспектива використання сахарози як основи біополімерних композицій для передпосівної обробки насіння, зокрема її карамелізованої форми. Досліджуваний плівкоутворювач розкладається у ґрунті та є джерелом моно- і дисахаридів, які використовуються рослинами для живлення, а також сахароза становить інтерес за рахунок своєї доступності. Експериментальним шляхом встановлено, що оптимальна концентрація карамелізованих водних сахарозних розчинів складає 72–83 %. За такого складу композицій на поверхні насіння формується плівка оптимальної товщини (20–35 мкм), що утримує таку кількість мінеральних сполук (25 % і 30 %), за якої спостерігається найбільший приріст урожайності. За цієї товщини композиційна плівка не закупорює насіння, а завдяки природі сахарози-плівкоутворювача швидко розчиняється у воді. Карамелізація сахарози здійснювалась за температури 102–105 °С, за якої спостерігається видалення молекул води як зі структури цукру, так і самого розчинника, проте ще не відбувається активних процесів окиснення гідроксильних

й гідроксиметиленових груп та руйнування фуранозних і піранозних циклів, молекули сахарози між собою об'єднуються за рахунок сполучення гідроксогруп, що розташовані біля метиленової групи та тих, що входять до складу циклів, з утворенням полімерної структури. Тому загальна будова молекул сахарози зберігається майже незмінною в утвореній полімерній структурі, що утримує у своїй сформованій сітці молекули розчинника — води. Теоретична кінцева структура молекули може бути як розгалужена, так і лінійна, а також містити поодинокі окиснені (карбоксильні) групи, окремі піранозні чи фуранозні цикли, наявність яких підтверджується мас-спектрометричним та ДТА-аналізами:



Розчини композицій з мінеральними сполуками у своєму складі (до 30 %) проявляють бактерицидні та частково фунгіцидні властивості. Мікробіологічний аналіз показав відсутність спор цвілевих грибів та дріжджів у досліджуваних зразках карамелізованої сахарози без домішок речовин іншої природи. Використання розчинів досліджуваних композицій сахарози

дозволяє помітно зменшити сумарні витрати мінеральних добрив і мікроелементів, як порівняти з контрольними ділянками, де добрива безпосередньо вносили в ґрунт, і також дозволяє збільшити врожайність с/г культур у середньому до 50–75 %. Використання досліджуваних композицій при 25–30 %-ї концентрації мінеральних сполук дає можливість отримати вищу врожайність кукурудзи, соняшника та сої, ніж на контрольних ділянках (за необробленого насіння).

УДК 547.1

## **ВИКОРИСТАННЯ БІОПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙ НА ОСНОВІ САХАРОЗИ ДЛЯ ЗБІЛЬШЕННЯ УРОЖАЙНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР**

**О. О. Струмінська<sup>1</sup>, В. М. Бойчук<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

*вул. Карпатська, 15; м. Івано-Франківськ, 76019, Україна*

*e-mail: olena.struminska@nung.edu.ua,*

*chemistry.alyna@gmail.com*

*<sup>2</sup>Прикарпатський національний університет*

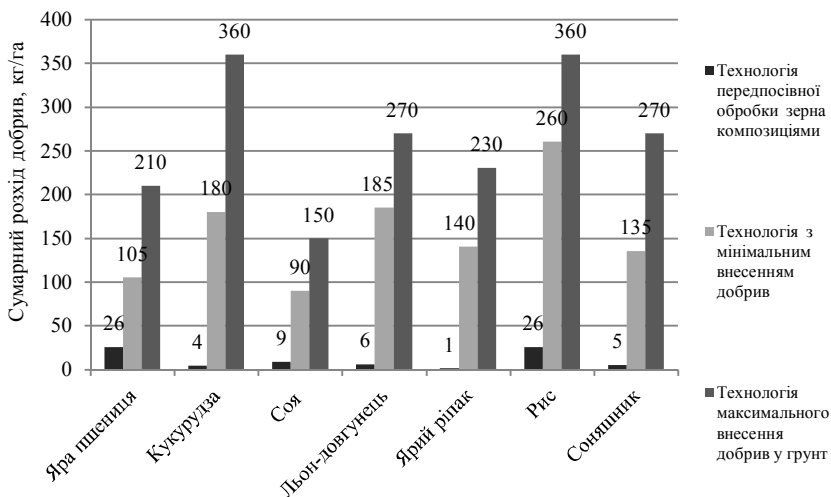
*імені Василя Стефаника*

*вул. Шевченка, 57; м. Івано-Франківськ, 76018, Україна*

*e-mail: office@pnu.edu.ua*

Підвищення врожайності сільськогосподарських культур залишається одним із першочергових завдань сьогодення. Актуальними також є проблеми зменшення кількості мінеральних добрив, що витрачаються для живлення рослин. Одним зі способів розв'язання цих завдань є використання біополімерних композицій, зокрема перспективним є застосування сахарози

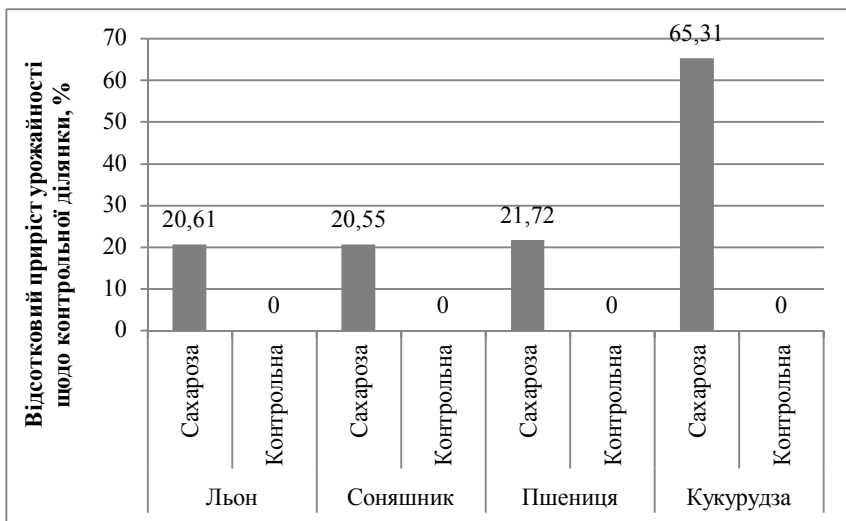
як плівкоутворювача. Ця сполука розкладається у ґрунті і є джерелом моно- і дисахаридів, які використовуються рослинами для живлення. Розчини композицій з мінеральними сполуками у своєму складі (до 30 %) проявляють бактерицидні та частково фунгіцидні властивості. Використання розчинів досліджуваних композицій сахарози дозволяє помітно зменшити сумарні витрати мінеральних добрив і мікроелементів, як порівняти з контрольними ділянками, де добрива безпосередньо вносили в ґрунт (рис. 1). Порівняння вартості мінеральних добрив, які вносяться на 1 га посіву при нанесенні на поверхню насіння, з вартістю внесення добрив у ґрунт, свідчить про зменшення витрат на удобрення в середньому в 7,1 раза для пшениці ярої, в 40 разів для льону, в 64 рази для соняшнику, у 72 рази для кукурудзи, ніж при внесенні безпосередньо в ґрунт.



*Рисунок 1. Сумарна витрата мінеральних сполук та добрив за різних технологій підживлення.*

Використання досліджуваних композицій на основі сахарози дозволяє отримати вищу врожайність, ніж на контрольних

ділянках з необробленого насіння, де мінеральні складові вносились безпосередньо в ґрунт за традиційною технологією (рис. 2).



*Рисунок 2. Порівняльна гістограма приросту врожайності сільськогосподарських культур на дослідних ділянках щодо контрольних.*

УДК 547.1

**РОЛЬ ВИКОРИСТАННЯ БІОПОЛІМЕРНИХ  
КОМПОЗИЦІЙ НА ОСНОВІ  
НА-КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЮЛОЗИ  
У ЗБЕРЕЖЕННІ ҐРУНТОВИХ ЕКОСИСТЕМ  
ТА ЗБІЛЬШЕННІ УРОЖАЙНОСТІ**

**О. О. Струмінська, Г. М. Грицуляк, В. Савіновська**

*Івано-Франківський національний технічний університет  
нафти і газу*

*вул. Карпатська, 15; м. Івано-Франківськ, 76019, Україна*

*e-mail: olena.struminska@nung.edu.ua,*

*chemistry.alyona@gmail.com*

Зменшення родючості та значне погіршення здоров'я ґрунтів — одна з великих проблем, яка у найближчому майбутньому відіб'ється і на агробізнесі, і на економіці країни взагалі, і на екології. Актуальним є розв'язання таких завдань, як призупинка деградації за покращення стану ґрунтів, зменшення забруднення мінеральними добривами та захист від патогенної мікробіоти. Одним із способів розв'язання цих завдань є використання біополімерних композицій, що дозволяє помітно зменшити сумарні витрати мінеральних добрив і мікроелементів, збільшити врожайність та уникнути розвитку в ґрунтах патогенних мікроорганізмів. Структуру На-карбоксиметилцелюлози (На-КМЦ) здатна метаболізувати обмежена кількість мікроорганізмів, водночас цей біополімер є безпечним для екологічного стану ґрунтів. У зразках На-КМЦ не виявлено цвілевих грибів, а композиції на його основі володіють слабкими фунгіцидними та бактерицидними властивостями. Було розглянуто варіант обробки насіння подвійною плівкою задля кращого захисту від

несприятливих чинників навколишнього середовища (механічних ушкоджень, вологи, мікроорганізмів тощо) на прикладі ксантану (КСА), Na-карбоксиметилцелюлози та їхніх композицій (рис. 1).

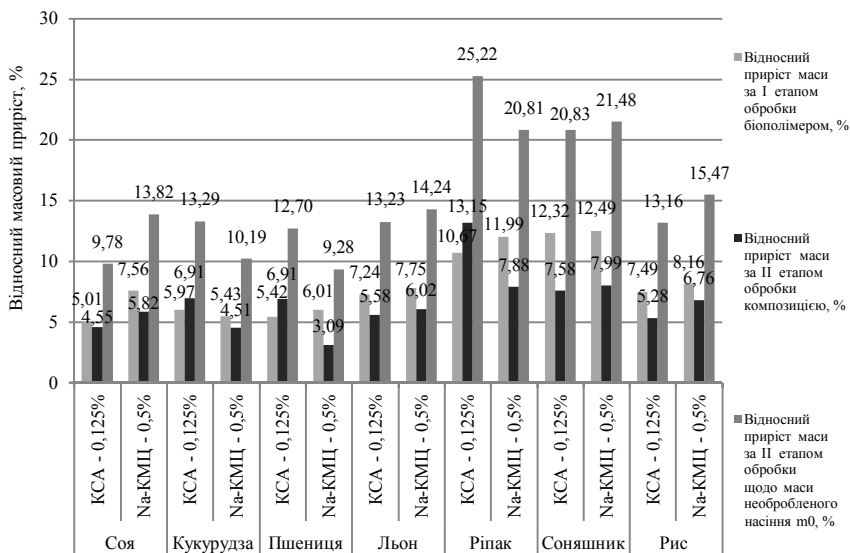


Рисунок 1. Масовий приріст маси насіння різних типів шляхом його обробки подвійною плівкою.

Використання досліджуваних композицій на основі біополімерів дозволяє отримати вищу врожайність, ніж на контрольних ділянках з необробленого насіння, де мінеральні складові вносили безпосередньо в ґрунт за традиційною технологією (рис. 2).

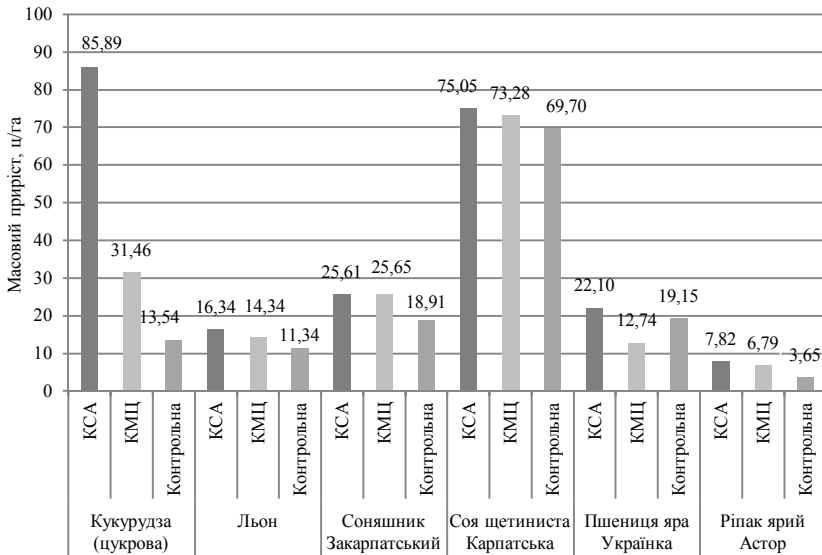


Рисунок 2. Урожайність сільськогосподарських культур залежно від використаних для обробки насіння композицій.

УДК 579.264:579.64

## УТВОРЕННЯ КОНІДІЙ *TRICHODERMA VIRIDE* ЗА ДВОЕТАПНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ПРЕПАРАТУ

О. В. Хомяченко, О. А. Дрегваль

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара  
просп. Науки, 72; м. Дніпро, 49045, Україна  
e-mail: olg.hom161@gmail.com

Гриби роду *Trichoderma* здатні розмножуватися безстатевим шляхом, утворюючи міцелій, хламідоспори та конідії. У глибинних умовах зазвичай продукуються хламідоспори, тоді

як при поверхневому культивуванні — конідії. Вважається, що конідії характеризуються довшим терміном виживання, ніж хламідоспори. Проте глибинне культивування, на відміну від поверхневого, характеризується меншою трудомісткістю та більш контрольоване. Все це є основою для розробки двоетапної технології отримання біопрепарату. Нами було досліджено кондієутворення, життєздатність та фунгістатичну дію згущеної біомаси *Trichoderma viride* КМВ-F-15, отриманої в глибинних умовах у 3 живильних середовищах (варіанти № 1–3), під час її дозрівання в стаціонарних умовах за температури 25 °С упродовж 2 тижнів. На початку закладання біомаси на дозрівання варіанти № 1 та № 3 містили міцелій з незначною кількістю хламідоспор, тоді як варіант № 2 — велику кількість хламідоспор. Після дозрівання визначали життєздатність гриба за відсотком колонізації поверхні середовища на 3-тю добу та фунгістатичну дію щодо *Fusarium culmorum* на 7-му добу. Для цього на поверхні картопляно-глюкозного агару розміщували паперовий диск, просякнутий 1 % суспензією біомаси, а навпроти — агаровий блок фітопатогена.

Встановлено інтенсивне утворення конідій лише для варіантів № 1 та № 3. Найбільше значення колонізації живильного середовища виявлено для варіантів № 3 (84,0 %) та № 1 (76,2 %), менше — для варіанту № 2 (66,9 %). Високі відсотки інгібування росту фітопатогена показали варіанти № 1 (84 %) та № 3 (72,8 %), тоді як варіант № 2 — 51,5 % інгібування.

Отже, показано вирішальний вплив складу живильного середовища для накопичення біомаси триходерми в глибинних умовах на утворення конідій, життєздатність та фунгістатичну дію гриба в процесі дозрівання. Середовища, в яких під час глибинного культивування накопичується велика кількість хламідоспор, не придатні для двоетапної технології отримання біопрепарату.

УДК 579:602.4

## **ВПЛИВ НЕОРГАНІЧНИХ КОАГУЛЯНТІВ НА ОСНОВІ ЗАЛІЗА НА КЛІТИНИ *MICROCYSTIS* SP.**

**Л. М. Чебан, А.-М. Р. Козак**

*Чернівецький національний університет*

*імені Юрія Федьковича*

*вул. Коцюбинського, 2; м. Чернівці, 58002, Україна*

*e-mail: l.cheban@chnu.edu.ua*

Ціанобактерії є групою мікроорганізмів, які можуть спричинити масові «цвітіння» у водоймах. Цей процес має серйозні екологічні та економічні наслідки. Результатом «цвітіння» є погіршення якості води, зменшення прозорості й зниження вмісту кисню у воді. Це призводить до загибелі риби та інших водних організмів через гіпоксію. Також це явище може стати причиною погіршення здоров'я населення у рекреаційних зонах та через побутове водопостачання.

Багато видів ціанобактерій виробляють токсини (ціанотоксини), які можуть бути небезпечними для людей, тварин та риби. Проте найбільш небезпечними є представники роду *Microcystis*. Вони продукують токсини, які є продуктами спеціалізованого обміну ціанобактерій. За клінічним проявом та основною дією ціанотоксини можна розділити на гепатотоксини, нейротоксини, дерматотоксини, ендотоксини та інші токсини. Мікроцистини представників роду *Microcystis* є найбільш часто виявленими гепатотоксинами (Harke et al., 2016).

Методи боротьби з ціанобактеріальними цвітіннями передбачають моніторинг водойм для раннього виявлення проблем та застосування біологічних методів, таких як використання природних антагоністів ціанобактерій. Хімічні (альгіциди) та фізичні (ультразвукові хвилі, аерація) методи допомагають знищувати ціанобактерії, хоча вони можуть мати побічні ефекти. Значної популярності набув метод використання коагулянтів, який

ISBN 978-617-7570-78-2

дозволяє регулювати чисельність ціанобактерій та ефективно видаляти ціанотоксини із води. Потенційно такий підхід можна застосовувати і в природних умовах (Le et al., 2021).

Тому метою роботи було оцінювання впливу коагулянтів на основі заліза на клітини *Microcystis* sp. з подальшим використанням їх як альгіцидних препаратів.

Дослідження проводили на кафедрі біохімії та біотехнології Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича. Матеріалом дослідження слугувала культура *Microcystis* sp., яку культивували в умовах лабораторного фотобіореактора на середовищі Фітцджеральда, протягом 21 доби до досягнення чисельності культури —  $5 \cdot 10^6$  кл/мл. Таким чином моделювали процес «цвітіння» води. До культури вносили один із неорганічних коагулянтів на основі заліза ( $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{FeCl}_3$ , Fe-EDTA) у діапазоні концентрацій 5–50 Fe мг/л. Здійснювали інкубацію клітин із коагулянтом протягом 5 діб. У процесі інкубації аналізували зміни рН культивувального середовища, на п'яту добу аналізували густину культури, здійснювали мікроскопію зразків, проводили біохімічні тести життєздатності клітин — визначення кількості живих та мертвих клітин та цитохромоксидазний тест.

За показниками густини культури встановлено ефективний діапазон концентрацій кожного коагулянта:  $\text{FeSO}_4$  (20–35 Fe мг/л),  $\text{FeCl}_3$  (35–50 Fe мг/л), Fe-EDTA (5–15 Fe мг/л). За 5 діб інкубації за дії різних коагулянтів вдалося ефективно зменшити чисельність життєздатних клітин із 87 % до 36 %. Крім того, суттєво зменшилася кількість клітин із цитохромоксидазною активністю. При мікроскопії зразків встановлено наявність великих агрегатів клітин, що може суттєво пришвидшити процес коагуляції.

Серед апробованих коагулянтів найбільш ефективним виявився  $\text{FeSO}_4$ , у концентрації 35 Fe мг/л кількість життєздатних клітин становила не більше ніж 35,5 % на 5-ту добу культивування. Застосування Fe-EDTA хоч і не так ефективно

призводить до загибелі клітин *Microcystis* sp. (близько 46 %), проте позитивний ефект спостерігали вже за концентрації 15 Fe мг/л.

UDC 602.44:582.263

## **THE EFFECT OF BISPHENOL A ON THE CULTURE OF *MONORAPHIDIUM* SP.**

**B. A. Cheban, L. V. Khuda**

*Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University  
2 Kotsiubynskoho Str., Chernivtsi, 58002, Ukraine  
e-mail: cheban.bohdan@chnu.edu.ua*

Algae and cyanobacteria are the basis of food chains in aquatic ecosystems and play an important role in the functioning of both freshwater and marine ecosystems. They are inevitably exposed to various pollutants, including bisphenol. From the point of view of photosynthetic microorganisms, a complex interaction occurs between bisphenol A and microalgae. Bisphenol A is a synthetic substance of organic origin that is used as a raw material for the production of epoxy resins and polycarbonate materials (plastic, polyethylene). It has been noted that bisphenol A is toxic to a number of aquatic organisms of different taxa at all trophic levels. Although it is known that the half-life of bisphenol A in environmentally significant concentrations (0.05–0.5 µg/l) is very short — 3–6 days, it is increasingly detected in the bodies of freshwater and marine organisms.

Predictably, bisphenol A has a negative effect on algae, inhibiting some physiological and biochemical processes. At the same time, algae can potentially biodegrade or reduce bisphenol A, thus biodegrading and neutralising it.

The aim of the study was to investigate the reaction of the green alga *Monoraphidium* sp. to the presence of bisphenol A, a pollutant of aquatic ecosystems.

The material for the study was the green alga *Monoraphidium* sp. isolated as a storage culture from industrial samples of aquarium fish food. The mass culture of the algae was maintained in an aquarium using artesian water with a minimum amount of mineral components. A characteristic feature of this microalgae genus is small spindle-shaped, elongated, sometimes spirally twisted cells, ranging in size from 8–18  $\mu\text{m}$  in length and 1.6–3.2  $\mu\text{m}$  in width. This algae is characterised by rapid growth and high tolerance to various organic pollutants.

The conditions for growing algae close to natural habitats were modelled: temperature  $21 \pm 2$  °C, 16-hour photoperiod, and light intensity of 1-2 thousand lux with cold white light.

Bisphenol A was added to the tanks in the amount of 1, 2, 5, and 10 mg/l. Under these conditions, the algae were grown for 14 days. During this period, the pH and temperature of the culture medium were monitored every 2 days, and the density of the culture was measured to control growth activity. Microscopic examination of the microalgae cells was performed, and the shape and size of the cells were determined.

The results of the study showed that after 2 and 4 days, bisphenol A at lower concentrations (1 and 2 mg/l) had no effect on the cells of the algae *Monoraphidium* sp. At the same concentrations, starting from day 8 of cultivation, an increase in the growth activity of the algae was observed. Microscopy of the preparations showed that at this time the cell size also increased, while the cell shape remained unchanged and typical. In addition to an increase in growth activity, an increase in the amount of chlorophylls was also observed — chlorophyll a by 1.6–1.7 times, chlorophyll b by 0.7–0.8 times.

At the highest concentrations (10 mg/l), bisphenol A significantly reduced algal growth and photosynthetic efficiency. Starting

from the 8th day of cultivation, a significant inhibition of microalgae growth activity was observed. The density of the culture did not change for 4 days (from 8 to 12 days), and at the end it decreased. At the same time, there was no increase in the size of *Monoraphidium* sp. cells, the amount of chlorophyll a and chlorophyll b increased by 38 % and 27 %, respectively. Against this background, a slight increase in the amount of carotenoids was observed.

Bisphenol A in high concentrations can inhibit algal growth directly by affecting cell division, or indirectly by reducing the efficiency of nutrient uptake by algal cells.

Thus, in low concentrations (1 mg/l and 2 mg/l), bisphenol A had a stimulating effect on the growth and photosynthetic activity of the green microalgae *Monoraphidium* sp. It is likely that green algae can be used for phytoremediation and biodegradation of aquatic ecosystems with low contamination with bisphenol A.

УДК 636.086/.087:636.4

## **ЗНИЖЕННЯ АНТИПОЖИВНИХ РЕЧОВИН У ЗЕРНІ ТРИТИКАЛЕ**

**Л. П. Чернолата, С. М. Лихач, Т. В. Найдіна**

*Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН  
проспект Юності, 16; м. Вінниця, 21021, Україна  
e-mail: L.Chornolata@gmail.com*

В Інституті кормів та сільського господарства Поділля вивчено та науково обґрунтовано низку способів зниження вмісту антипоживних речовин у зерні тритикале. Один із найбільш ефективних — це екструдування, він забезпечує зниження вмісту алкілрезорцинолів на 50–70 %. Головним його недоліком є те, що під час такої обробки руйнуються не лише антипоживні,

а й інші біологічно активні речовини (вітаміни, амінокислоти, легкогідролізуючі вуглеводи). Ще відомий спосіб розмелювання зерна тритикале, але він знижує вміст цих антипоживних речовин на 12 %. Це пов'язано з тим, що вони здебільшого локалізуються в алейроновому шарі зернівки. Спосіб пророщування зерна тритикале до появи 4 мм паростків сприяє зниженню алкілрезорцинолів на 21 %. Обробка зерна буферним розчином, у складі якого є фермент протеаза С, забезпечує зниження на 36 %, а обробка зерна буферним розчином з ферментом нейтральна протеаза — на 33 %. Випробувано спосіб обробки зерна тритикале буферним розчином з вмістом протеази С та розмелювання його до 100 % проходження крізь 3 мм сито. Він дозволяє знизити вміст алкілрезорцинолів у зерні тритикале на 49 %. Заміна у буферному розчині протеази С на нейтральну протеазу з подальшим розмелюванням дозволяє знизити вміст цих антипоживних речовин на 46 %. Під час проведення перерахованих досліджень з'ясувалося, що вміст антипоживних речовин, на відміну від вмісту основних поживних речовин, досить суттєво змінюється під час зберігання зерна тритикале, що покращує його характеристику як корму. Для досліджень використовували зерно трьох сортів тритикале: Половецьке, Богодарське і Десятинне селекції інституту, вирощених протягом попередніх чотирьох років. Отримані дані свідчать, що вміст сирого протеїну у зерні тритикале сорту Половецьке був у межах від 9,22 % до 9,80 % у перерахунку на суху речовину, сирого жиру — від 2,44 % до 2,97 %, сирі клітковини — від 2,24 % до 2,47 %, а золи — в середньому 2,03 %. Сорт Богодарський багатший на вміст сирого протеїну — від 11,31 % до 11,59 %, сирого жиру — в середньому 2,92 %, сирі клітковини — 2,00 %, золи — 2,09 %. Досліджений хімічний склад зерна тритикале сорту Десятинне показав, що вміст сирого протеїну у ньому найвищий, у межах від 11,65 % до 12,34 %. Вміст сирого жиру в середньому на рівні 3,36 %, сирі клітковини — 1,92 %, золи — 2,39 %. Тобто суттєвих змін у вмісті цих

поживних речовин у зерні тритикале під час його зберігання протягом одного, двох, трьох років не відбувається. Поживна цінність його як корму під час зберігання у відповідних умовах, без негативного впливу підвищеної вологи та невідповідних температур, залишається практично без змін. Щодо антипоживних речовин — алкілрезорцинолів у зерні тритикале — то, як з'ясувалося, їх вміст під час такого зберігання суттєво змінюється і що дуже важливо — знижується.

Найменше зменшився вміст алкілрезорцинолів у зерні тритикале сорту Десятинне при зберіганні протягом одного року, лише на 1 %, але за подальшого його зберігання зафіксовано зниження алкілрезорцинолів після двох років зберігання на 24 %, а після трьох — на 33 %. Перспективним з цього погляду виявився сорт Богодарське, адже якщо за перший рік вміст алкілрезорцинолів у ньому знизився лише на 3 %, то протягом двох і трьох років зберігання — на 32 % і 49 %. Якщо після двох років зберігання вміст алкілрезорцинолів у ньому був 379,46 мг/кг, то після трьох років зберігання у два рази нижчим — 192,87 мг/кг. Важливо, що зерно з таким вмістом цих антипоживних речовин можна спокійно використовувати для годівлі молодняку і причому у значно більшій кількості, ніж 30–40 % зернової групи раціону. Звичайно, виникає запитання, чому в зерні різних сортів зниження цих речовин неоднакове. Річ у тім, що алкілрезорциноли являють собою різновид сполук резорцину (метадігідроксилбензолу) з алкілами, які характеризуються різною довжиною ланцюга та різним періодом розпаду.

Ці дослідження доводять, що застосування такого способу знешкодження алкілрезорцинолів є досить вигідним, адже жодних особливих затрат він не потребує.

# ***ЕКОЛОГІЯ МІКРООРГАНІЗМІВ ТА ВІРУСОЛОГІЯ***

UDC 57.04:579

## **THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON SOIL MICROORGANISMS**

**I. Gumeniuk, A. Levishko, V. Tsvihun**

*Institute of Agroecology and Environmental Management, NAAS  
12 Metrolohichna Str., Kyiv, 03143, Ukraine  
e-mail: gumenyuk.ir@gmail.com*

Climate change affects soil microorganisms both directly through changes in the temperature regime of the environment and indirectly (temperature and CO<sub>2</sub> increase) through changes in physiological and biochemical processes in the plant body. All of this can negatively affect the organic component of the soil, intensify the processes of its destruction and increase greenhouse gas emissions. This determines the theoretical and applied importance of ecological studies of soil microbial communities, their structure and activity under the influence of abiotic, biotic and anthropogenic factors in the context of climate change. Microbial biomass is an important component of soil organic matter, which varies quantitatively and qualitatively depending on a number of factors (soil type, degree of cultivation, intensity of exploitation, applied agricultural technologies, climatic factors). Given that microbial biomass is an indicator of the ecological state of the soil, the main goal of the research was to study the peculiarities of the dynamics of microbial biomass in deep chernozem under the influence of the main agroclimatic factors, namely air temperature and precipitation, the aim of the research was to find out the relationship between soil temperature and

the growth and development of microorganisms, their diversity and the activity of soil enzymes. The formation of a system of representative biodiagnostic indicators for assessing soils of agroecosystems and determining correlations between biological diagnostic indicators was carried out and analyzed using Statistica 8 (StatSoft) and Microsoft Excel 2013. Microbiological data indicate that temperature and humidity caused changes in variables related to metabolic activity and community composition. For both temperature and moisture content, these results suggest that the high respiration rates measured after incubation could be due to lower metabolic activity during incubation, higher metabolic rates under more favorable temperature conditions, or more bioavailable carbon sources at the time of measurement. The carbon content of microbial biomass was not significantly affected by temperature or humidity. To determine the changes in temperature dependence on moisture level, we used soils with four different moisture levels and determined high-resolution temperature dependence for bacterial and fungal growth rates and respiration rates. It was found that the growth rate of microorganisms decreases with decreasing humidity and increases with increasing temperature to optimal values. It was also noted that the temperature sensitivity ( $Q_{10}$ ) for the growth and respiration of microorganisms does not depend on changes in humidity. The respiration rate increased with increasing temperature in the entire temperature range. This provided an experimental basis for confirming the assumptions about the influence of temperature and humidity on the rate of development of microorganisms used in ecosystem and global cycling models.

УДК 632.35:634.1

**ФІЛОГЕНЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ШТАМІВ  
ФІТОПАТОГЕННИХ БАКТЕРІЙ — ЗБУДНИКІВ  
БАКТЕРІАЛЬНОГО РАКУ ГОРІХУ ВОЛОСЬКОГО  
(*JUGLANS REGIA*)**

**М. І. Зарудняк, Л. А. Данкевич**

*Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного  
НАН України*

*вул. Академіка Заболотного, 154; м. Київ, 03143, Україна  
e-mail: ldankevich@ukr.net*

Глобальні зміни навколишнього середовища, що викликані людською діяльністю, прискорили зміни кліматичних умов. Крім того, з 2014 року з початком збройної агресії РФ проти України та з 2022 року з часу повномасштабного вторгнення, кліматичні умови значно погіршилися, оскільки бойові дії ведуться практично на 25 % території нашої держави. Під час вибуху виділяються вуглекислий газ і водяна пара, які хоча і не є токсичними, але шкідливі в контексті зміни клімату, оскільки є парниковими газами. Також воєнні дії призводять до масових пожеж, техногенних і природних катастроф з виділенням токсичних речовин, що також індукує зміни довкілля. Успішність взаємодії рослина – господар – патоген – середовище значною мірою залежить саме від навколишнього середовища. Багато представників різних таксонів фітопатогенних бактерій пристосувалися до значних коливань кліматичних умов довкілля, спричинених антропогенним навантаженням (Hossein et al., 2022). Раніше окремими дослідниками повідомлялося, що представники виду *Agrobacterium tumefaciens*, що здатні уражувати широке коло рослин господарів, зокрема й деревні культури, здатні перезимовувати у ґрунті і є джерелом контамінації для здорових рослин. *A. tumefaciens* є класичним поліфагом і викликає бактеріальний рак багатьох рослин (Gvozdyak et al., 2011).

Оскільки насадження горіху волоського є доволі розповсюдженими на території України, розвиток згаданого вище збудника є вкрай небезпечним, адже може охопити значні території. Саме тому вчасна й коректна діагностика цього збудника є вкрай актуальною. Об'єктами досліджень були штами *Agrobacterium* spp., ізольовані нами на території Миколаївської області з уражених насаджень горіху волоського — 1гор, 3гор, 8гор та колекційні штами *A. tumefaciens* — 8628, 9053, 8933<sup>T</sup>. Виділення ДНК здійснювали загально прийнятими методами. Ген 16S рРНК ампліфікували з використанням універсальних бактеріальних праймерів рА-5'-AGAGTTTGATCCTGGCTCAG-3' і рН-3'-AAGGAGGTGATCCAGCCGCA-5' (Ulrike et al., 1989) за експериментально підібраних умов. Наявність ампліфікатів визначали шляхом електрофорезу у 1,5 %-му агарозному гелі з додаванням 1 % розчину бромистого етидію. Послідовності 16S рРНК секвенували з 5'- і 3'-кінців на автоматичному секвенаторі Genetic Analyzer 3130. Побудову компліментарних послідовностей, а також редагування і вирівнювання послідовностей здійснювали з використанням програм Sequence Manipulation Suite, Multalin. Встановлення спорідненості нуклеотидних послідовностей гена 16S рРНК досліджуваних штамів із гомологічними нуклеотидними послідовностями типових штамів роду *Agrobacterium* здійснювали, використовуючи програму BLASTN. У підсумку філогенетичного аналізу всі ізольовані нами з горіха волоського штами (*Agrobacterium* spp. 1гор, 3гор, 8гор) виявили найбільшу спорідненість за послідовностями гену 16S рРНК із задепонованими у GenBank з представниками видів патогенних для рослин видів *A. tumefaciens*, *A. vaccinii*, *A. rosae*, *A. arsenijevecii*, *A. rubi* (99–100 %). Натомість спорідненість ізольованих штамів до решти видів, що належать до роду *Agrobacterium*, є дещо нижчою (98 % та менше). Зважаючи на проведену раніше поліфазну таксономію за ознаками фенотипу (Зарудняк та Данкевич, 2023) цих штамів, найбільш вірогідною, на наш погляд, є їхня належність до виду *A. tumefaciens*.

1. Gvozdyak R. I., Pasichnik L. A., Yakovleva L. M., Moroz S. M., Litvinchuk O. O., Zhytkевич N. V., Hodos S. F., Butsenko L. M., Dankevich L. A., Grinick I. V., Patyka V. P. [Phytopathogenic bacteria. Bacterial diseases of plants]. In: LLC “NVP” Interservice. Kyiv, 2011. Ukrainian.

2. Hossein A. Narouei-Khandan, Susan P., et al. The potential global climate suitability of kiwifruit bacterial canker disease (*Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (Psa)) using three modelling approaches: LIMEX, Maxent and Multimodel Frame. *Climate*, 2022, 10(2), 14.

3. Ulrike E., Till R., Blocker H., et al. Isolation and direct complete nucleotide determination of entire genes. Characterization of gene coding for 16S ribosomal RNA. *Nucl. Acids Res.* 1989; 17(19): 7843–7853.

4. Зарудняк М., Данкевич Л. Ідентифікація за фенотиповими ознаками збудників бактеріальних хвороб горіху волоського (*Juglans regia*) в Україні. Шевченківська весна: досягнення в науках про життя / *Advancements in Life Sciences 2023: збірник тез XX Міжнародної наукової конференції студентів та молодих вчених. 2023. С. 22–25.*

UDC 579.[24+26]+546.[47+9]

## **SENSITIVITY OF BACTERIA ISOLATED FROM SPOIL HEAP OF CENTRAL ENRICHMENT FACTORY “CHERVONOHRAДСKA” TO HEAVY METAL SALTS**

**N. P. Meniv<sup>1,2</sup>, A. A. Halushka<sup>1</sup>, S. O. Hnatush<sup>1</sup>,  
A. K. V. Thor<sup>1</sup>, M. T. Melnyk<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Ivan Franko National University of Lviv  
1 Universitetska str., Lviv, 79007, Ukraine*

<sup>2</sup>*Andrei Krupynskyi Lviv Medical Academy  
70 Doroshenka Str., Lviv, 79007, Ukraine*

*email: vinemoe@ukr.net*

Industrial and mining activities are important for economic development, especially in many developing countries. However, this activity is also a major source of heavy metal pollution (Baz

at al., 2014). It is known that microorganisms, just like higher organisms, react sensitively to changes in the environment, in particular, in soils contaminated with heavy metals, the development of certain groups of microorganisms is suppressed, their biochemical activity and the composition of microbial communities changes. At the same time, soil microbiota is of great importance for ensuring soil fertility in conditions of anthropogenic heavy metal contamination.

In large quantities, heavy metals accumulate in the soil, affecting its microbiota (Valko et al., 2005).

Our research shows that at zinc sulfate concentrations of 0.07–0.9 mM in the nutrient broth, a 39–50 % reduction in biomass was observed, compared to the control, on the 7th day of growth of *Acinetobacter* sp. CEF-10 isolated from the spoil heap of the Central Enrichment Factory “Chervonohradska”. When 4.5 mM of this salt was added to the medium, the biomass decreased by 84–87 %, compared to the control, on the first to seventh day.

In the presence of 0.035–0.6 mM cobalt (II) chloride in the medium, no significant influence of salt on the growth of the studied bacteria was observed. 0.6 mM is the maximum concentration of mobile forms of cobalt in the heap of the Central Enrichment Factory “Chervonogradska” (Baranov et al., 2010). Accordingly, the bacteria *Acinetobacter* sp. CEF-10 are resistant to cobalt at concentrations present in the heap. In the presence of 3 mM cobalt chloride on the first day of growth, the biomass decreased compared to the control.

When cobalt salts at a concentration of 0.035 mM were added to the medium with the CEF-15 isolate from the same heap, a 19 % decrease in bacterial biomass was observed. 0.35 mM cobalt (II) chloride and above completely inhibited bacterial growth.

Thus, *Acinetobacter* sp. CEF-10 bacteria are more resistant to cobalt (II) chloride than zinc sulfate, and more resistant to cobalt (II) chloride than CEF-15 isolate.

**DETECTION OF CARLAVIRUSES IN UKRAINIAN ALLIUM CROPS AND THEIR ASSOCIATION WITH POTYVIRUSES**

**K. Taher<sup>1</sup>, T. Shevchenko<sup>1</sup>, H. Snihur<sup>1,2</sup>, H. Korotieieva<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Virology Department, ESC Institute of Biology and Medicine, Taras Shevchenko National University of Kyiv  
64/13 Volodymyrska Str., Kyiv, 01033, Ukraine*

<sup>2</sup>*D. K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, National Academy of Sciences of Ukraine  
154 Acad. Zabolotny Str., Kyiv, 03143, Ukraine*

*e-mail: kirilltager@gmail.com*

Ukraine is a significant producer of garlic (*Allium sativum*) and onions (*Allium cepa*), which are vital both economically and nutritionally. Viral pathogens pose a considerable threat to these crops, notably garlic common latent virus (GCLV) and shallot latent virus (SLV), both members of the genus *Carlavirus* within the family *Betaflexiviridae*. While GCLV and SLV often establish latent infections, they can cause substantial yield losses when co-infecting with potyviruses such as leek yellow stripe virus (LYSV) and onion yellow dwarf virus (OYDV) due to synergistic interactions (Katis et al., 2012). Recent detections of potyviruses in Ukrainian *Allium* crops (Sherevera et al., 2019; Snihur et al., 2019) highlight the need to investigate the prevalence of carlaviruses in these plants.

A survey was conducted to assess the presence of GCLV and SLV in *Allium* crops across eight regions of Ukraine: Cherkasy, Kyiv, Mykolaiv, Odesa, Poltava, Vinnytsia, Zaporizhzhia, and Zakarpattia. A total of 82 plant samples displaying symptoms like yellow striping and stunting were collected, including 54 garlic plants, 25 onion plants, and 3 shallot plants. Detection of GCLV, LYSV, and OYDV was performed using double-antibody sandwich

ELISA (DAS-ELISA), while SLV detection utilized triple-antibody sandwich ELISA (TAS-ELISA) kits from DSMZ, Germany. Positive ELISA results were confirmed via reverse transcription-polymerase chain reaction (RT-PCR), targeting the coat protein genes of the viruses.

The results indicated a high incidence of GCLV and SLV in garlic samples, with detection rates of 61 % for GCLV and 70 % for SLV. LYSV and OYDV were present in 63 % and 13 % of garlic samples, respectively. Mixed infections were common in garlic plants: co-infection with GCLV and LYSV occurred in 7 % of samples, SLV and LYSV in 11 %, and both carlaviruses with LYSV in 28 %. A smaller proportion (7 %) of garlic samples harbored all four viruses simultaneously. In contrast, onion samples exhibited lower infection rates: SLV was detected in 29 %, LYSV in 24 %, and OYDV in 48 % of plants. Mixed infections in onions were less frequent than in garlic, with only a few samples showing co-infection of SLV with either LYSV or OYDV. All three shallot samples tested positive for SLV, and one was also infected with OYDV.

The higher prevalence of viruses in garlic compared to onions may be attributed to the vegetative propagation method commonly used for garlic, which facilitates the accumulation and transmission of viruses. Onions are typically propagated from seeds, reducing the risk of virus spread. No clear correlation was observed between the severity of symptoms and the presence of single or mixed viral infections, suggesting that carlaviruses may remain latent unless interacting synergistically with potyviruses.

Partial coat protein gene sequences from selected GCLV and SLV isolates were amplified and sequenced. The sequences were submitted to GenBank with accession numbers OR946480 (GCLV isolate GU-510), PP760115 (GCLV isolate GU-8115), and OR946481 (SLV isolate SU-8117). Phylogenetic analysis using maximum likelihood method revealed that the Ukrainian GCLV isolates shared high nucleotide identity (82–90 %) with isolates from China (MN059122) and Turkey (MN070134). The Ukrainian

SLV isolate showed 95 % nucleotide identity with a Chinese isolate (MN059187.1).

The widespread occurrence of these viruses, especially in mixed infections with potyviruses, poses a significant risk to garlic and onion production in the country. The findings underscore the importance of implementing effective management strategies, such as using virus-free planting material and regular monitoring, to control the spread of viral pathogens in *Allium* crops.

УДК 578

## **ІДЕНТИФІКАЦІЯ МОДЕЛЬНИХ ВІРУСІВ РОСЛИН У РЕКРЕАЦІЙНИХ ВОДОЙМАХ М. КИЄВА**

**О. О. Філоненко, І. М. Пожилов**

*ННЦ «Інститут біології та медицини» Київського  
національного університету імені Тараса Шевченка  
просп. Академіка Глушкова, 2; м. Київ, 03022, Україна  
e-mail: filonenkooleksandra02@gmail.com*

Всюдисущі в природі, віруси живуть у всіх природних джерелах води на Землі. Хоча більшість із них нешкідливі для багатоклітинних організмів, деякі віруси можуть інфікувати і завдати серйозної шкоди тваринам, рослинам і людям.

Вода слугує середовищем передачі, через яке багато патогенних мікроорганізмів можуть поширюватися і підтримувати свою життєздатність. Зі свого боку віруси рослин є добре відомим фактором ризику у рослинництві, що призводить до щорічних втрат врожаю. Присутність вірусів рослин у водному середовищі відома вже майже чотири десятиліття. Вони були виявлені в різних водних об'єктах, зокрема в річках, озерах, кризі й водогінній воді, а також у стічних водах.

Для деяких із них продемонстрована стабільність у воді протягом тривалого часу і подальша здатність інфікувати рослини. Хоча дослідження вірусів рослин у водах навколишнього середовища поступово розвиваються, все ще існує порівняно мало досліджень, присвячених цій темі. Ще менше досліджень присвячено зрошувальній воді та/або поверхневим водам (Maksimović, Vasnik, 2024).

Віруси, що вражають рослини, є серйозною загрозою для сільського господарства та екосистем усього світу. Вони спричиняють значні втрати врожаю, порушуючи ріст, розвиток та продуктивність рослин.

Метою цієї роботи є ідентифікація модельних вірусів рослин у рекреаційних водоймах, оскільки ці водні об'єкти становлять значну частину екосистем та можуть бути осередками поширення вірусів серед рослин.

Зразки води для проведення дослідження збирали з різних місць міста Києва. Перший зразок містив воду з озера Верховина, другий зразок отримано з річки Дніпро поблизу центрального пляжу. З кожного місця було зібрано 1 л зразка води. Проби відбирали з глибини 10–15 см від поверхні води. Одержаний матеріал поміщали в термопакети з холододими елементами з дотриманням правил холододового ланцюга. До проведення аналізу проби зберігали в холодильнику.

У роботі використано методи для підготовки проб води, що передбачають відстоювання, грубе фільтрування та центрифугування, концентрування зразків за допомогою шприцевого фільтра, виділення РНК, зворотну транскрипцію, полімеразну ланцюгову реакцію та електрофорез.

Після етапу виділення РНК проводили зворотну транскрипцію з використанням Random Primer Mix з набору M-MuLV Reverse Transcriptase (New England Biolabs (NEB), США). Отримана таким чином кДНК дала можливість провести ідентифікацію двох тобамовірусів РММoV та ToMV.

За допомогою методу полімеразної ланцюгової реакції з використанням праймерів до вірусу м'якої плямистості перцю та вірусу томатної мозаїки встановлено наявність ToMV у зразку води, відібраної з озера Верховина.

Вищеописані результати дослідження узгоджуються з великою кількістю наукових повідомлень, які підкреслюють широке розповсюдження тобамовірусів та їх передачу водним шляхом.

Можна припустити, що наявність у досліджуваних зразках саме вірусу томатної мозаїки пояснюється великою кількістю різних видів рослин, що інфікує цей вірус, а також доволі активним споживанням та вирощуванням культури томатів в Україні.

Розуміння поширеності та розповсюдження тобамовірусів, що передаються водним шляхом, має глибокі наслідки для сільськогосподарської практики, оскільки воно підкреслює потенційний ризик інфікування різноманітних культур.

*Наукове видання*

**МІКРОБІОЛОГІЯ В СУЧАСНОМУ  
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ  
ВИРОБНИЦТВІ**

*Матеріали XVII наукової конференції*

*молодих учених*

(25 жовтня 2024 року, м. Чернігів)

<i>Технічний редактор</i>	<i>В. О. Агєєв</i>
<i>Коректор</i>	<i>О. В. Льчук</i>
<i>Комп'ютерна верстка</i>	<i>О. В. Брагінець</i>

Підписано до друку 02.12.2024 р. Формат 60×84/16.  
Папір офсетний. Друк цифровий. Гарнітура Times.  
Умовн. друк. арк. 11,04. Обл.-вид. арк. 7,43.  
Зам. № 24325. Наклад 100 прим.

Видавець та виготовлювач: ФОП Брагінець О. В.  
Свід. про внесення до держ. реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів  
видавничої продукції серія ДК, № 4879 від 07.04.2015.  
Виписка з єдиного держ. реєстру серія ААВ, № 257729 від 01.12.2011.  
Україна, 14029, м. Чернігів, вул. О. Кошового, 6, к. 15.  
<http://siver-druk.com.ua> e-mail: [siverdruk11@gmail.com](mailto:siverdruk11@gmail.com)



ISBN 978-617-7570-78-2



9 786177 570782