НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ МІКРОБІОЛОГІЇ ТА АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА

МІКРОБІОЛОГІЯ В СУЧАСНОМУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

МАТЕРІАЛИ XVI НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ МОЛОДИХ УЧЕНИХ

(25 жовтня 2023 року, м. Чернігів)

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ МІКРОБІОЛОГІЇ
ТА АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА

МІКРОБІОЛОГІЯ В СУЧАСНОМУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

МАТЕРІАЛИ XVI НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ МОЛОДИХ УЧЕНИХ

(25 жовтня 2023 року, м. Чернігів)

Чернігів
2023

УДК 579.64+578
М89

М89 **Мікробіологія** в сучасному сільськогосподарському виробництві: матеріали XVI наукової конференції молодих учених (м. Чернігів, 25 жовтня 2023 р.) / Національна академія аграрних наук України, Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва. Чернігів : видавець Брагинець О. В., 2023. 162 с.

ISBN 978-617-7570-71-3

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

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 978-617-7570-71-3 © ІСМАВ НААН, 2023

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНА МІКРОБІОЛОГІЯ

О. С. Броварська, Л. Д. Варбанець
Характеристика глікополімерів *Stenotrophomonas rhizophila* . . 10

О. М. Василюк, І. Л. Гармашева
Антагоністична активнісь молочнокислих бактерій щодо збудників бактеріальних хвороб рослин 12

О. В. Гудзенко
Біологічні препарати на основі ґрунтових бактерій з целюлазною активністю 14

Х. В. Кузеляк, Г. В. Яворська, Н. М. Воробець
Вплив екстрактів квіток *Hemerocallis fulva* на бактерії *Escherichia coli* 16

Л. П. Чорнолата, Л. Г. Погоріла
Мікотоксини у зерні злакових культур 18

О. В. Щербак
Профіль мікробіому, цитокінів репродуктивного тракту та фертильність 19

ҐРУНТОВА МІКРОБІОЛОГІЯ

І. В. Безноско, Т. М. Горган, І. І. Мосійчук, В. О. Мудрак
Чисельності мікроорганізмів окремих еколого-трофічних груп ризосферного ґрунту пшениці озимої 21

S. Bouabdallah, A. Benselhoub
Effect of zinc ore desulfurization on the environmental state of the Chaabet El-Hamra mine, Setif (Algeria) 24

І. І. Гуменюк, А. С. Левішко, В. О. Цвігун
Формування мікробних ценозів у ризосфері культурних рослин . 29

З. О. Дегтярьова
Активність целюлозоруйнівних мікроорганізмів у ґрунті залежно від насичення сівозмін соняшником 31

Н. І. Ковалжи, О. В. Твердохліб, С. В. Рєзнік
Вплив краплинного зрошення й різних систем удобрення на біогенність чорнозему типового за вирощування суниці садової . 33

О. В. Логоша, Ю. О. Воробей, Т. О. Усманова
Особливості росту нового штаму *Azospirillum brasilense* 271 на живильних середовищах різного хімічного складу 35

V. P. Patyka, A. M. Moskalenko
Environmentally-friendly arable farming and complex microbial-viral infection 37

С. С. Переходович, Н. І. Ковалжи
Мікробіологічна активність чорнозему типового в умовах інтенсивного вирощування суниці садової 41

О. О. Пілярська, А. М. Коваленко, О. А. Коваленко
Ефективність мікробної трансформації органічної речовини попередника соняшника в польовій сівозміні в умовах Півдня України 43

С. В. Рєзнік
Результати кластерного аналізу показників біологічної активності чорноземів типових Лівобережного Лісостепу України 45

О. О. Шаховніна
Рістстимулювальні властивості гриба *Phoma* sp. 2015 та його вплив на симбіотичні показники сої 48

БІОЛОГІЧНИЙ ЗАХИСТ РОСЛИН ВІД ХВОРОБ І ШКІДНИКІВ

С. В. Беліменко
Біологічний захист рослин від хвороб і шкідників у контексті збалансованого лісогосподарського землекористування 51

ISBN 978-617-7570-71-3

Г. Я. Біловус, О. Н. Ващишин, О. Н. Пристацька, М. Р. Добровецька
Застосування біологічних препаратів для обмеження розвитку борошнистої роси в агроценозі ячменю озимого 53

М. М. Богдан, О. Г. Коваленко, Г. Б. Гуляєва
Захист рослин *Triticum aestivum* L. від шкодочинної дії вірусу смугастої мозаїки пшениці із застосуванням штучних еліситорів 56

Д. О. Бойко, А. В. Лесична, О. А. Дрегваль, Т. В. Скляр
Антимікробна дія штаму *Trichoderma viride* КМВ-F-15 58

О. П. Волошенюк, Р. В. Акімова
Вплив моделювання нафтового забруднення на емісію вуглекислого газу з ґрунту 60

L. Havryliuk, I. Beznosko
Intensity of sporulation of phytopathogens on oat plants 62

А. М. Коваленко, О. А. Коваленко, М. О. Петухов
Ефективність біологічного захисту агроценозу пшениці озимої від хвороб в органічному землеробстві 64

А. О. Матвієнко, С. О. Сирчін
β-1,3-глюкозидазна та β-1,4-глюканазна активності *Trichoderma viride* 7а за росту на біомасі *Laminaria digitata* . . . 67

Ю. О. Миронова, О. В. Башта
Вплив обробки біологічним фунгіцидом Фітоцид на альтернаріоз нагідок лікарських (*Calendula officinalis*) 69

Н. В. Пиляк, Л. Л. Лобан
Дослідження взаємодії між мікроорганізмами різних таксономічних груп у створенні комплексних препаратів інсекто-фунгіцидної дії 72

М. Ю. Різак, С. О. Лавренко
Гідроген пероксид у системі біологічного захисту рослин: переваги та особливості 73

А. О. Рой, Т. Т. Гнатюк, Н. В. Житкевич
Вплив *Bacillus subtilis* УКМ В-5175 на захист квасолі сорту Рось від негативної дії фітопатогену *Xantomonas axonopodis* pv. *phaseoli* 9075 за вирощування в тепличних умовах 75

К. С. Сазонова, Я. І. Савчук
Антифунгальна активність волатильних метаболітів штамів *Trichoderma* spp. щодо фітопатогенів *Alternaria alternata* та *Nectria inventa* 77

К. С. Сазонова, Я. І. Савчук
Оцінка потенціалу антибіотичної активності екзометаболітів мікроміцетів роду *Trichoderma* щодо фітопатогенних бактерій . 80

О. О. Струмінська
Мікробіологічні властивості біополімерних композицій на основі крохмалю та Na-карбоксиметилцелюлози для передпосівної обробки насіння 82

МІКРОБНІ ПРЕПАРАТИ В РОСЛИННИЦТВІ ТА ТВАРИННИЦТВІ

А. Л. Андрієнко
Вплив системи удобрення та мікробних препаратів на урожайність кукурудзи на зерно в Степу України 85

Н. В. Борзова
Мікробна α-галактозидаза для покращення якості кормів 87

А. А. Бунас, Є. Д. Ткач, В. В. Дворецький, О. М. Дворецька
Органо-мінеральне добриво Diamond Grow марки Humi[K] у вирощуванні зернобобових культур 90

С. І. Бурикіна, М. М. Жук, В. А. Руденко, Н. В. Пиляк
Урожайність ячменю ярого за використання мікробних препаратів в умовах Південного Степу України 93

О. С. Власюк, Л. С. Квасніцька, Г. П. Войтова
Ефективність біопрепаратів у технології вирощування пшениці озимої 97

ISBN 978-617-7570-71-3

О. С. Власюк, Л. С. Квасніцька, Г. П. Войтова
Біопрепарати в технології вирощування сої 99

А. М. Воробей, Т. П. Пирог, Т. А. Шевчук
Антимікробна щодо фітопатогенних бактерій активність поверхнево-активних речовин *Rhodococcus erythropolis* IMB AC-5017, синтезованих у комплексі з фітогормонами . . . 101

В. І. Книш, О. С. Шабля, В. В. Книш
Бактеріальні препарати в біологізованій технології вирощування помідора 104

В. М. Коновалова, А. В. Тищенко, С. О. Заєць, О. М. Рибак
Вплив застосування арбускулярної мікоризи (АМГ) на продуктивність сільськогосподарських культур 106

М. А. Мельник, С. О. Заєць
Урожайність льону олійного залежно від агрокліматичних умов року та обробки насіння мікробними препаратами 109

О. В. Семенко, О. В. Щербак, І. Ю. Пашкевич
Антигельмінтна резистентність: причини виникнення та шляхи подолання 111

О. М. Стефанишин, А. В. Гунчак, В. Л. Старчевський, Ю. Т. Салига
Ультразвукова кавітація як фактор пермеабілізації клітинних стінок дріжджів *Phaffia rhodozyma* 114

Г. М. Ткаленко, С. В. Гораль
Біологічні препарати та шляхи підвищення їхньої ефективності в агроценозах сільськогосподарських культур 116

Т. С. Труханович, Ю. Б. Перкій
Антимікробний потенціал нізину для переддоїльної обробки вимені у корів 118

БІОТЕХНОЛОГІЇ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

К. В. Авдіюк, Л. Д. Варбанець
Вплив оптимальних умов культивування на синтез кератинази *Bacillus megaterium* 120

К. В. Бойко, Л. М. Чебан, Ю. Б. Халавка
Фізико-хімічні параметри культивування *Nostoc commune* у фотобіореакторі за дії модифікованого джерела світла 122

В. Ю. Гром
Біотехнології в сільському господарстві України 124

Г. Б. Гуляєва
Вплив передпосівної обробки насіння наноцитратами та інших заходів на продуктивність і жирнокислотний склад насіння пшениці 127

Ю. М. Євстафієва, В. І. Бучковська
Ринок сільськогосподарських біотехнологій 129

M. M. Kotlyar, O. O. Kalinichenko, O. A. Okhmat, O. S. Iungin
The effects of winter wheat priming with plant growth-promoting bacteria 133

А. В. Лесична, Д. О. Бойко, О. А. Дрегваль, Т. В. Скляр
Підбір складу живильного середовища та умов культивування для *Trichoderma longibrachiatum* KMB-F-17 134

A. B. Mosiichuk, Y. B. Mosiichuk
Transfer of pollutants in the system «sewage sludge – soil – plant – human» 137

Т. С. Сасіна, С. Б. Дімова, К. І. Волкогон, Л. А. Шевченко
Біологічна модифікація мінеральних добрив для підвищення їхньої ефективності 139

Д. О. Соколов, Н. М. Грегірчак
Перспективи використання мультиштамових пробіотичних препаратів у свинарстві 142

ISBN 978-617-7570-71-3

ЕКОЛОГІЯ МІКРООРГАНІЗМІВ

Н. Г. Грицева, Л. М. Сківка
Порівняльний аналіз поширення збудників чорної ніжки та м'якої гнилі картоплі *Pectobacterium atrosepticum* та *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* в урожаї картоплі 2021 року . . 144

S. V. Demchuk, A. A. Halushka, T. B. Peretyatko
Sulfidogenic activity of *Moorella thermoacetica* Nadia-3 bacteria when using artificially grown sulfur and chromium-containing minerals 146

H. M. Zakaraia, N. S. Verkholiak, T. B. Peretyatko
Effects of artificially grown chromium and sulfate-containing minerals on sulfidogenic activity of *Desulfotomaculum* sp. AR1 bacteria 148

Н. В. Карачинська, А. І. Парфенюк, А. М. Ліщук
Вивчення потенціалу передачі гену *nptII* від трансгенних рослин до ендофітних бактерій, що колонізують тканини картоплі 150

ВІРУСОЛОГІЯ РОСЛИН І ТВАРИН

А. М. Ліщук, А. І. Парфенюк
Роль фітовірусів та ентомофауни як біотичних чинників екологічних ризиків в агроценозах 152

А. А. Меженський, Н. А. Меженська, Я. П. Криця, А. О. Меженський, С. А. Ничик
Поширеність геморагічної хвороби кролів (RHDV (GI.1) та RHDV2 (GI.2)) в Україні у 2021–2022 роках 154

А. В. Моложанова, О. А. Тарасов, С. А. Ничик
Застосування ізотермічної петлевої ампліфікації (LAMP) для діагностики вірусу SARS-CoV-2 157

K. Taher, T. Shevchenko
Optimizing RNA isolation for detection of viruses in garlic 159

ЗАГАЛЬНА МІКРОБІОЛОГІЯ

УДК 579.841.11

ХАРАКТЕРИСТИКА ГЛІКОПОЛІМЕРІВ *STENOTROPHOMONAS RHIZOPHILA*

О. С. Броварська, Л. Д. Варбанець

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України
вул. Академіка Заболотного, 154; м. Київ, 03143, Україна
e-mail: oksanabro2016@gmail.com

Бактерії виду *Stenotrophomonas rhizophila* було виділено з ризосфери картоплі та описано як новий вид (Wolf et al., 2002). Встановлено, що вони здатні стимулювати ріст рослини, захищати коріння від біотичних та абіотичних стресів та пригнічувати фітопатогенні гриби. Ліпополісахариди (ЛПС), основні компоненти зовнішньої мембрани грамнегативних бактерій, відіграють провідну роль у взаємодіях рослина-патоген. Проте у доступній нам літературі ми не виявили робіт, присвячених вивченню ЛПС *S. rhizophila*. Оскільки штам, що вивчається нами, виділений з мохів Антарктики, то інтерес становила як характеристика ЛПС, так і позаклітинного глікополімера, а також їхні біологічні властивості.

Об’єктом наших досліджень була культура *Stenotrophomonas rhizophila* 6р5м, виділена за температури 5 °С із зразку моху, відібраного на біогеографічному полігоні (Антарктика, о. Галіндез). ЛПС отримували класичним водно-фенольним методом. Визначення хімічного складу ЛПС проводили загальноприйнятими методами. Композицію моносахаридів аналізували як ацетати поліол на інертній хроматомас-спектрометричній системі Agilent 6890N/5973. Фітотоксичність препаратів ЛПС перевіряли

ISBN 978-617-7570-71-3

шляхом занурювання зрізаних під водою молодих проростків гірчиці жовтої у розчин ЛПС (1 мг/мл) і розчин позаклітинного глікополімера (1 мг/мл). Для виявлення дії препаратів ЛПС на енергію проростання і схожість сільськогосподарських рослин насіння гірчиці жовтої замочували на 2 год. у розчинах препаратів концентрації 1 мг/мл.

У процесі виділення із клітин було отримано два ЛПС — ЛПС-1 і ЛПС-2, а також із супернатанта культуральної рідини отримали позаклітинний глікополімер.

Під час вивчення біополімерного складу ЛПС специфічними реакціями на кожен компонент встановлено, що вміст вуглеводів був порівняно невисоким і становив 27,42 % та 13,34 % для ЛПС-1 та ЛПС-2 відповідно та 12,08 % для позаклітинного полімера. За моносахаридним складом виділені ЛПС і позаклітинний полімер *S. rhizophila* мало відрізнялися від інших видів цього роду. Як домінуючий моносахарид у ЛПС-1 присутня фукоза (72,57 %), у ЛПС-2 — рамноза (65,04 %). Основними моносахаридами позаклітинного компонента були галактоза (39,92 %) та рамноза (24,36 %). Згідно з даними літератури, у більшості видів *Stenotrophomonas* ідентифікують різні жирні кислоти, проте ізорозгалужена $C_{15:0}$ присутня як основна жирна кислота, що свідчить про те, що вона є ознакою, загальною для представників роду *Stenotrophomonas*. В ліпіді А досліджуваних ЛПС *S. rhizophila* 6р5м переважає анти-ізо-пентадеканова кислота — 25,58 % та 39,24 % у ЛПС-1 та ЛПС-2 відповідно. Також, у складі ЛПС-2 присутня 3-OH-$C_{12:0}$ (26,21 %), яку не було виявлено в ЛПС-1.

ЛПС бактерій мають визнаний статус факторів патогенності. Проте детальніший аналіз даних щодо впливу цих біополімерів на рослини свідчить, що вони можуть проявляти як токсичну активність, так і бути стимуляторами росту для рослин. Так, під час вивчення впливу ЛПС на проростки гірчиці виявлено істотний стимулювальний вплив обробки ЛПС на ріст корінців рослин. Встановлено, що передпосівна обробка насіння препаратом *S. rhizophila* 6р5м стимулює енергію проростання насіння. Най-

більший вплив проявив ЛПС-1 (+2,82 см), як порівняти з контролем. Під час визначення біологічної (фітотоксичної) активності препаратів встановлено, що всі вони проявляли стимулювальну дію на розвиток рослин.

S. rhizophila має великий потенціал для застосування в біотехнології та біологічному контролі завдяки своїй здатності як стимулювати ріст рослини, так і захищати коріння від біотичних та абіотичних стресів.

УДК 579.64:579.264:632.9

АНТАГОНІСТИЧНА АКТИВНІСЬ МОЛОЧНОКИСЛИХ БАКТЕРІЙ ЩОДО ЗБУДНИКІВ БАКТЕРІАЛЬНИХ ХВОРОБ РОСЛИН

О. М. Василюк, І. Л. Гармашева

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України
вул. Академіка Заболотного, 154; м. Київ, 03143, Україна
e-mail: garmasheva.il@gmail.com

Молочнокислі бактерії (МКБ) є одними з представників мікробіоти філосфери і останнім часом привертають до себе увагу з точки зору створення на їхній основі екологічно безпечних біопрепаратів для профілактики та боротьби зі збудниками бактеріальних хвороб сільськогосподарських рослин, а також подовження термінів зберігання врожаю. Як відомо, МКБ продукують широкий спектр метаболітів різної природи, що виявляють антибактеріальну дію щодо збудників хвороб людини і тварин. Водночас чинники антагоністичної активності МКБ щодо збудників бактеріальних хвороб рослин вивчені недостатньо. Метою роботи був пошук штамів МКБ, що виявляють антагоністичну

ISBN 978-617-7570-71-3

дію щодо фітопатогенних бактерій, та встановлення природи метаболітів з антимікробною дією.

Скринінг за антагоністичною активністю проводили серед 222 штамів МКБ, ізольованих із кисломолочних продуктів, квашених овочів і фруктів, отриманих шляхом спонтанної ферментації. З використанням методу відстроченого антагонізму встановлено, що за росту на поверхні агаризованого середовища 96–99 % штамів МКБ пригнічували ріст шести тест-культур, а саме штамів видів *Clavibacter michiganensis*, *Xantomonas campestris, Pseudomonas syringae*, *P. fluorescens*, *Pectobactrium carotovorum* і *Agrobacterium tumefaciens.* Більше ніж 50 % штамів МКБ мали зони затримки росту 25–40 мм щодо тест-штамів *C. michiganensis*, *X. campestris, P. syringae*. Водночас зони затримки росту *P. carotovorum* були меншими й складали 5–20 мм. Для подальшої роботи було відібрано 88 % штамів МКБ з широким спектром активності.

З використанням методу лунок встановлено, що за росту в рідкому живильному середовищі антагоністичну дію проявляли лише 11 штамів МКБ. Кореляції між значеннями pH культуральної рідини добових культур МКБ (3,84–4,88 одиниць) та діаметром зон затримки росту тест-культур фітопатогенних бактерій не виявлено. Для усунення антимікробної дії органічних кислот безклітинні супернатанти штамів МКБ було нейтралізовано і тільки три штами, а саме *Lactiplantibacillus plantarum* 1026к, *L. plantarum* 23с та *L. plantarum* 21с зберегли свою антагоністичну дію, що свідчить про продукування антимікробних метаболітів іншої природи. Обробка протеїназою К культуральних рідин трьох штамів *L. plantarum* призводила до зникнення антагоністичної дії штамів *L. plantarum* 23с і 1026К щодо всіх використаних тест-культур фітопатогенних бактерій. Крім того, після обробки α-хімотрипсином і трипсином у цих штамів зникала антагоністична дія щодо *P. fluorescens*. Обробка трипсином також призводила до втрати антагоністичної активності штаму *L. plantarum* 23с щодо тест-культури *A. tumefaciens*. Отже, ці два

штами *L. plantarum* є продуцентами антагоністично активних метаболітів білкової природи. Водночас обробка протеолітичними ферментами культуральної рідини штаму *L. plantarum* 21с не впливала на розмір зон затримки росту, за винятком відсутності зони затримки росту тест-культури *X. campestris* після обробки супернатанту α-хімотрипсином. Отриманий результат може свідчити про те, що антимікробні метаболіти штаму *L. plantarum* 21с мають іншу природу й потребують подальшого вивчення з використанням амілолітичних і ліполітичних ферментів, а також дослідження продукції перекису водню та інших антимікробних сполук.

Отже, МКБ виявляють широкий спектр антагоністичної активності щодо використаних тест-культур фітопатогенних бактерій, що зумовлена продукцією як органічних кислот, так і метаболітів білкової природи. Відібрані штами *L. plantarum* є перспективними для розробки на їхній основі біопрепаратів для боротьби зі збудниками хвороб сільськогосподарських рослин.

УДК 541.49:546.732/3:547.496.2

БІОЛОГІЧНІ ПРЕПАРАТИ НА ОСНОВІ ҐРУНТОВИХ БАКТЕРІЙ З ЦЕЛЮЛАЗНОЮ АКТИВНІСТЮ

О. В. Гудзенко

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України
вул. Академіка Заболотного, 154; м. Київ, 03143, Україна
e-mail: alena.gudzenko81@gmail.com

На сьогодні у розробці біологічних препаратів для рослинництва дослідники віддають перевагу тим штамам мікроорганізмів, які мають виражену комплексну біологічну активність. Такі препарати екологічно безпечні, оскільки створені на основі мік-

ISBN 978-617-7570-71-3

роорганізмів, виділених із природних об'єктів. Водночас відібрані мікроорганізми повинні колонізувати кореневі системи, стимулювати ріст рослин та знижувати їхню ураженість фітопатогенами.

Метою дослідження було вивчення здатності штамів ґрунтових мікроорганізмів проявляти целюлазну активність. Ензиматичну активність перевіряли у супернатанті культуральної рідини. Для визначення активності використовували Na-карбоксиметилцелюлозу.

Нами було ізольовано з ґрунту три нові штами бактерій *Bacillus* sp. A1, A2, A3 та досліджено целюлазну активність у супернатанті культуральної рідини. Встановлено, що дві культури *Bacillus* sp. A1 і A2 проявляли високу целюлазну активність за глибинного культивування. Активність сягала максимуму на сьому добу культивування. У *Bacillus* sp. A3 в умовах досліду незначну целюлазну активність відзначено лише на фільтрувальному папері, соєвому борошні й рамнозі.

Отже, пошук продуцентів та виділення нагромаджувальних культур аеробних целюлозолітичних бактерій з високою целюлазною активністю із зразків субстратів природного походження та одержання ферментних препаратів на їхній основі є актуальним завданням для розробки біологічних препаратів для рослинництва. Для досягнення результату як засіб для обробки рослин використовується штам *Bacillus* sp. A3, що володіє комплексом корисних властивостей, таких як здатність пригнічувати ріст фітопатогенних грибів і бактерій, захищати рослини від хвороб та проявляти рістстимулювальну активність.

УДК 615.281:582.734.4:616.31

ВПЛИВ ЕКСТРАКТІВ КВІТОК *HEMEROCALLIS FULVA* НА БАКТЕРІЇ *ESCHERICHIA COLI*

Х. В. Кузеляк[1], Г. В. Яворська[1], Н. М. Воробець[2]

[1]Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4; м. Львів, 79005, Україна

[2]Львівський національний медичний
університет імені Данила Галицького
вул. Пекарська, 69; м. Львів, 79010, Україна

e-mail: KHRYSTYNA.KUZELIAK@lnu.edu.ua

До 45 % всіх лікарських препаратів виготовлено з рослинної сировини, тому тема пошуку нових рослинних джерел протимікробних засобів залишається актуальною. Однією з властивостей біологічно активних речовин рослинного походження як альтернативи класичним антимікробним засобам є протимікробна дія на антибіотикорезистентні штами мікроорганізмів (Зябкіна та ін., 2022). Сучасні фармацевтичні дослідження показали, що багато біологічно активних компонентів *Hemerocallis fulva* L. виявляють різнобічну фармакологічну дію, таку як антидепресивна, антибактеріальна, протипухлинна, антиоксидантна, інсектицидна, седативна та снодійна (Li et al., 2022). *Hemerocallis* spp. продемонстрували значну активність проти грам-негативних бактерій, що, можливо, пов'язано з високим вмістом 1,8-цинеолу (Szewczyk et al., 2019). Тому актуальним є вивчення антимікробних властивостей екстрактів квітів з *H. fulva* на *E. coli*.

Мета роботи — дослідити *in vitro* протимікробну дію водно-етанольних екстрактів квіток *Hemerocallis fulva* L. на бактерії *Escherichia coli*.

Вихідною сировиною для досліджень є надземна частина *H. fulva*, вирощена в ботанічному саду Львівського національного медичного університету. Квіти збирали під час цвітіння,

ISBN 978-617-7570-71-3

висушували до сухого стану, подрібнювали та просіювали крізь сито з діаметром 3 мм. Для отримання екстрактів рослинну сировину екстрагували 20 %, 60 % і 96 %-м етанолом методом настоювання («мацерації») в темряві впродовж двох тижнів. Екстрагування проводили відповідно до вимог Державної фармакопеї України (співвідношення наважка : екстрагент = 1 : 20 (маса, г / об'єм, мл)), де 1 г сировини заливали 20 мл етанолу.

Бактеріологічні дослідження для визначення антимікробної активності проведено методом дифузії в агар (у модифікації лунок та скляних циліндрів) 0,2 мл водно-етанольного екстракту, вимірюючи діаметр зони затримки росту. Дослідження проводили у трьох повторах. Культуру вважали чутливою до дії досліджуваного екстракту, якщо зона затримки була більшою за 10 мм. Для аналізу дії виготовленого екстракту з *H. fulva* використовували лікарські форми настоянки з календули, евкаліпту, шавлії, живокосту (ТОВ «ДКП Фармацевтична фабрика», Житомир), ротокану (АТ «Лубнифарм», Полтава) і хлорофіліпту (ПАТ «Галичфарм», Львів), придбані в аптеках.

Встановлено, що 20 %, 60 % та 95 %-ні водно-етанольні екстракти з *H. fulva* виявляли сильніший ефект щодо бактерій *E. coli*, спричиняючи зони затримки росту від 11 до 16 мм, тоді як настоянки евкаліпту, шавлії та календули проявляли сильнішу активність за умови внесення більшої кількості препарату (0,2 мл), натомість настоянки ротокану та живокосту не впливали на ріст культури.

Отже, досліджувані водно-етанольні екстракти, одержані з квітів *Hemerocallis fulva* володіють антибактерійними властивостями щодо бактерій *Escherichia coli* і вочевидь є перспективними щодо подальшого вивчення та розробки протимікробних засобів на їхній основі.

УДК 636.087.636.4

МІКОТОКСИНИ У ЗЕРНІ ЗЛАКОВИХ КУЛЬТУР

Л. П. Чорнолата, Л. Г. Погоріла

Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН
просп. Юності, 16; м. Вінниця, 21021, Україна
e-mail: L.Chornolata@gmail.com

У законі «Про якість і безпеку харчових продуктів» приділяється особлива увага безпеці та якості зерна. Небезпечні речовини, які трапляються в зерні, можна поділити на дві групи: природні компоненти кормів, що виявляють небезпечну дію; шкідливі речовини, що потрапляють у корми ззовні. До останніх належать речовини біологічної природи — мікотоксини — це отруйні низькомолекулярні вторинні метаболіти, які продукуються мікроскопічними пліснявими грибами. Найбільш поширені з них: афлатоксин (B1, B2, G1, G2 та інші); дезоксиніваленон (ДОН); зеараленон (ЗЕА); фумонізин; охратоксин А (ОТА); Т-2 токсин. У лабораторії Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН проводиться визначення цих мікотоксинів у зерні злакових та бобових культур. Так, у зерні злакових культур вміст суми афлатоксинів є в межах від 0,003 мг/кг до 0,21 мг/кг за допустимого рівня 0,005 мг/кг для продовольчого і 0,1 мг/кг — для фуражного зерна. Вміст ДОН — від 0,49 мг/кг до 2,98 мг/кг, притому, що допустимий рівень — 0,7 мг/кг для продовольчого і 2,0 мг/кг — для фуражного зерна. За показниками стандартів, допустимий рівень ЗЕА не повинен перевищувати у продовольчому зерні злакових культур 1,0 мг/кг, а у фуражному — 3,0 мг/кг. Тоді як фактичний його вміст є в межах від 0,10 мг/кг до 3,51 мг/кг. Токсин Т-2 продукується грибами роду *Fusarium* і є дуже токсичним: його допустимий рівень для продовольчого зерна — 0,1 мг/кг, а для фуражного — 0,2 мг/кг Фактичний його вміст у зерні злакових — від 0,02 мг/кг до 0,6 мг/кг.

ISBN 978-617-7570-71-3

УДК 636.082.4:616-022

ПРОФІЛЬ МІКРОБІОМУ, ЦИТОКІНІВ РЕПРОДУКТИВНОГО ТРАКТУ ТА ФЕРТИЛЬНІСТЬ

О. В. Щербак

Інститут розведення і генетики тварин імені М. В. Зубця НААН
вул. Погребняка, 1; с. Чубинське, Бориспільський р-н, Київська обл., 08321, Україна
e-mail: ov19792006@gmail.com

Відтворювальна здатність тварин має суттєвий вплив на економічну складову в тваринництві. Проблеми з відтворенням у скотарстві можуть щорічно завдавати збитків на мільярди доларів, а пов'язані можуть бути з такими складовими, як харчування, генетика та стрес (Bellows et al., 2002). Крім того, ці складові створюють певні проблеми для корів у післяотельному періоді, оскільки вони можуть впливати на процес інволюції матки або повернення матки до стандартного розміру, щоб бути готовою до наступного запліднення та тільності (Sheldon et al., 2006). Під час цього процесу патогенні бактерії можуть колонізувати репродуктивний тракт, оскільки плацента або некротичні тканини не повністю видалилися. Залишки цих некротичних тканин можуть спричинити бактеріальні інфекції, запалення або інші захворювання матки, ставлячи під загрозу фертильність (Potter et al., 2010). Імунна система виявляє патогенні бактерії в репродуктивному тракті та вивільняє цитокіни, які є невеликими комунікаційними білками, здатними ініціювати запальну відповідь через комунікацію імунних клітин (Zhang, An, 2007). Цитокіни можна віднести до двох різних категорій, про- та антизапальних. Прозапальні цитокіни, такі як інтерлейкін (IL)1, IL6 та фактор некрозу пухлини альфа (TNFα), спричиняють руйнування організму-хазяїна, викликаючи симптоми лихоманки та руйнуючи тканини (Dinarello, 2000). Показано, що цитокіни, які

класифікуються як протизапальні (наприклад, IL4, IL10 та IL13), зменшують запалення та сприяють загоєнню тканин (Dinarello, 2000). Відомо, що імунна система є невід'ємною частиною настання та підтримки вагітності, виконання рутинних функцій для відтворення та «очищення» від інфекцій або захворювань (Bazer et al., 2009).

Мікробіом репродуктивного тракту людини порівняно добре охарактеризований. *Lactobacillus* домінує в здоровому мікробіомі репродуктивного тракту людини, створюючи середовище з низьким pH (Koedooder et al., 2019). Комменсальні бактерії в репродуктивному тракті великої рогатої худоби залишаються недостатньо охарактеризованими. Наразі відомо, що мікробіом репродуктивного тракту великої рогатої худоби є більш різноманітним, як порівняти з людським (Swartz et al., 2014). Аулт та ін. (2019a) показали, що відносна кількість бактерій змінюється під час синхронізації еструсу. У корів із зниженою концентрацією прогестерону (P4) спостерігалася більша кількість бактерій певних типів, а у корів із підвищеним рівнем P4 спостерігали інші типи (Ault et al., 2019a). Відзначено, що різноманітність бактеріальних спільнот може потенційно змінюватися під час прогресування естрального циклу (Ault et al., 2019b). Зокрема, різку зміну різноманітності бактерій спостерігали за два дні до штучного осіменіння, коли тільні та нетільні корови мали різні спільноти (Ault et al., 2019b).

Нині зв'язок між репродуктивною мікробіотою та цитокінами, пов'язаними з фертильністю, у великої рогатої худоби залишається нез'ясованим. Тому потребують розвитку та деталізації дослідження щодо встановлення зв'язку між концентрацією цитокінів і відносною кількістю бактерій, пов'язаних із фертильністю.

ISBN 978-617-7570-71-3

ҐРУНТОВА МІКРОБІОЛОГІЯ

УДК 579.64:632.4:633.11

ЧИСЕЛЬНОСТІ МІКРООРГАНІЗМІВ ОКРЕМИХ ЕКОЛОГО-ТРОФІЧНИХ ГРУП РИЗОСФЕРНОГО ҐРУНТУ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

І. В. Безноско, Т. М. Горган, І. І. Мосійчук, В. О. Мудрак

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

Родючість ґрунтів тісно пов'язана з діяльністю ґрунтових мікроорганізмів, оскільки мікробіота активно функціонує та формує верхній ґрунтовий горизонт, в якому зосереджено найбільший запас органічних форм поживних елементів (Патика & Патика, 2013). Найнебезпечніші захворювання пшениці озимої пов'язані саме зі змінами ґрунтової мікробіоти, на яку впливають технології вирощування рослин та ґрунтово-кліматичні умови (Іутинська, 2006). Структура рослинного мікробіому визначається біотичними, абіотичними та антропогенними факторами, а також мікробіота ризосфери відрізняється високою специфічністю, навіть між різними сортами одного і того ж виду рослини (Nannipieri, 2003). Тому метою нашого дослідження було визначення чисельності мікроорганізмів окремих еколого-трофічних груп у ризосферному ґрунті рослин пшениці озимої за різних технологій вирощування культури.

Дослідження проводили впродовж 2020–2022 рр. на базі тимчасових польових дослідів, розташованих на Сквирській дослідній станції органічного виробництва НААН (Київська область), де використовували дві технології вирощування: традиційну (внесення гербіциду і фунгіциду — хімічних речовин) та

органічну (без внесення добрив, лише полив водою). Згідно з ДСТУ 7847:2015 зразки ґрунту під посівом пшениці озимої сорту Подолянка відбирали у трьох фазах онтогенезу: кущення, цвітіння, дозрівання.

Дослідження проводили в лабораторії біоконтролю агроекосистем та органічного виробництва НААН. Чисельність мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп визначали методом висівання розведень ґрунтової суспензії на стандартні живильні середовища.

У фазу цвітіння рослин за високого вологозабезпечення ґрунту (гідротермічний коефіцієнт був на рівні 1,8) спостерігали збільшення чисельності представників усіх досліджуваних еколого-трофічних груп (рис.).

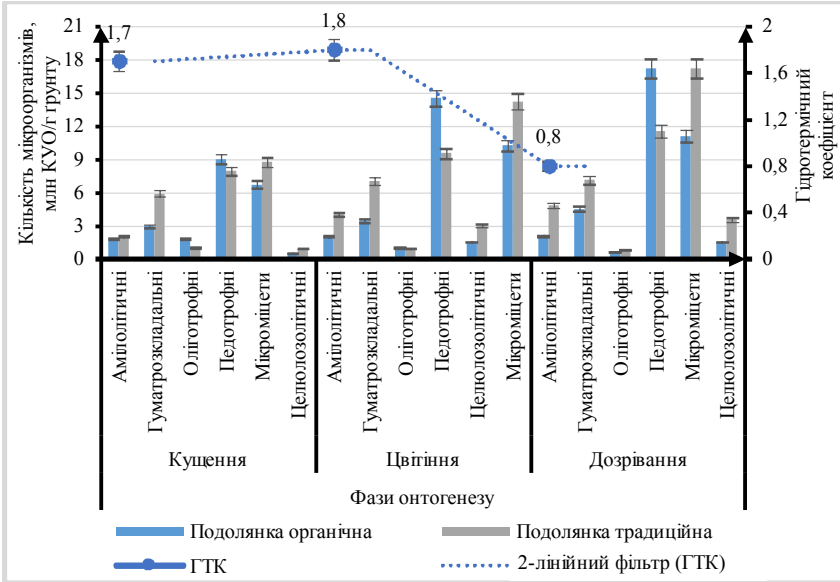


Рис. Основні еколого-трофічні групи ризосферного ґрунту під час онтогенезу рослин пшениці озимої.

На усіх фазах онтогенезу в ризосферному ґрунті пшениці озимої як за органічної, так і традиційної технологій спостері-

ISBN 978-617-7570-71-3

гали суттєве зростання чисельності патогенних мікроміцетів, що становило від 8,7 до 17,2 млн КУО/г ґрунту. У фазі дозрівання за органічної технології вирощування патогенна мікобіота в ризосферному ґрунті пшениці озимої характеризувалася меншим складом мікроорганізмів і сягала 11,1 млн КУО/г ґрунту проти традиційної технології, де патогенні мікроорганізми зростали до 17,2 млн КУО/г ґрунту. Також високою чисельністю (в межах 7,8–17,2 млн КУО/г ґрунту) характеризувалися педотрофні групи мікроорганізмів під посівом пшениці озимої за обох технологій. Це означає, що ґрунт містить достатню кількість органічної речовини, вміст якої за органічної технології зростає протягом вегетаційного періоду рослин. Істотно зростала кількість мікроорганізмів гуматрозкладальної групи, їх кількість за традиційної технології була в 2 рази вищою, як порівняти із показниками, отриманими за органічної технології вирощування пшениці озимої, і коливалася від 5,9 до 7,1 млн КУО/г ґрунту. Також за традиційною і органічною технологіями вирощування рослин пшениці озимої незначною кількістю мікробіоти характеризувалися групи: амілолітичні (1,8–4,8 млн КУО/г ґрунту), целюлозолітичні (0,5–3,5 млн КУО/г ґрунту), які за наявності ферментів здійснюють деградацію целюлозовмісних субстратів. Вони не потребують великої кількості поживних речовин, але тим самим надають можливість для розвитку інших мікроорганізмів, що засвоюють продукти гідролізу. Кількісний склад зазначених груп мікроорганізмів був у 1,5 раза вищим за традиційної технології, як порівняти з органічною технологією, що свідчить про активне застосування добрив. Варто зазначити, що кількість оліготрофних груп мікроміцетів у ризосферному ґрунті рослин пшениці озимої істотно зростала за органічної технології вирощування у фазі кущення, а до кінця вегетаційного періоду їх чисельність зменшилася в 1,5–2 рази. Це свідчить про вичерпання запасів легкодоступних поживних елементів та посилення гуміфікаційних процесів на початкових етапах онтогенезу. Отже, ризосферний ґрунт під посівом пшениці озимої істотно різнився за кількісним

складом ґрунтових мікроорганізмів, що залежало від технології вирощування культури.

UDC 63

EFFECT OF ZINC ORE DESULFURIZATION ON THE ENVIRONMENTAL STATE OF THE CHAABET EL HAMRA MINE, SETIF (ALGERIA)

S. Bouabdallah[1,2], A. Benselhoub[3]

[1]Laboratory of Valorization of Mining Resources and Environment, Mining Department, Badji Mokhtar University 17 hassen chaouche, Annaba, 23000, Algeria

[2]Abderrahmane Mira Universities Q22R+475, Targa ouzemour, Bejaia, 06000, Algeria

[3]Environmental Research Center (C. R. E) Sidi Amar, Annaba, 23001, Algeria

e-mail: soufiane.bouabdallah@univ-bejaia.dz

The mining industry is of great economic importance in many countries, one of the important metals in this industry is zinc. This metal is mined for several purposes, the most common being its use in steel or other metal products. Zinc is the third non-ferrous metal produced in the world after aluminium and copper. Zinc exists in its natural state, mainly in the form of sulphide ores, the most important of which are: blende or sphalerite, calamines or zinc carbonates and francklinite.

The Chaabet El-Hamra deposit is directly located, about 250 km southeast of Algiers and 50 km south of Setif, in the Chouf-Bouarket region 4.5 km from Ain-Azel and 12 km southeast of the Kherzet Youssef mining complex. Its approximate geographical coordinates are 35° 45′N and 5° 30′E. The altitude of the site varies from 950 to

ISBN 978-617-7570-71-3

1200 meters. The Figure 1 presents the geographical position of the study area.

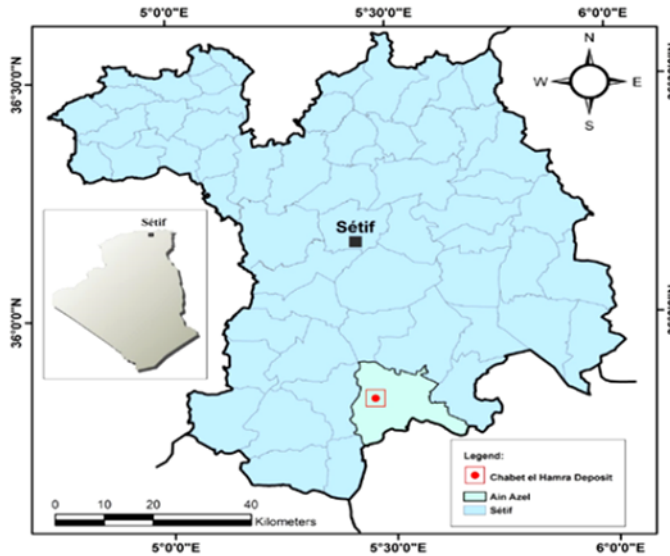


Figure 1. Geographical location of the study area.

Samples taken by bleeding and prepared in folded sections and thin section were subjected to observations under metallographic microscopy. The mineral species thus identified (Figure 2) are mainly sphalerite, pyrite, marcasite, and dolomite.

The mineralogical study made it possible to establish the distribution of chemical elements by carrier minerals and to measure the dimensions of mineral grains. This information is necessary to specify the ore processing operations (mineral processing and metal extraction processes) that can be applied in the beneficiation stage. For the particle size composition of the ore, after the different stages of fragmentation, we proceed to the sieving analysis. The particle size analysis makes it possible to determine the size and the respective weight percentages of the different families of grains called particle size fractions constituting the samples. The granulo-chemical analysis is done

for the purpose of specifying after classification the qualitative and quantitative aspect, in metalliferous elements at the level of each particle size class.

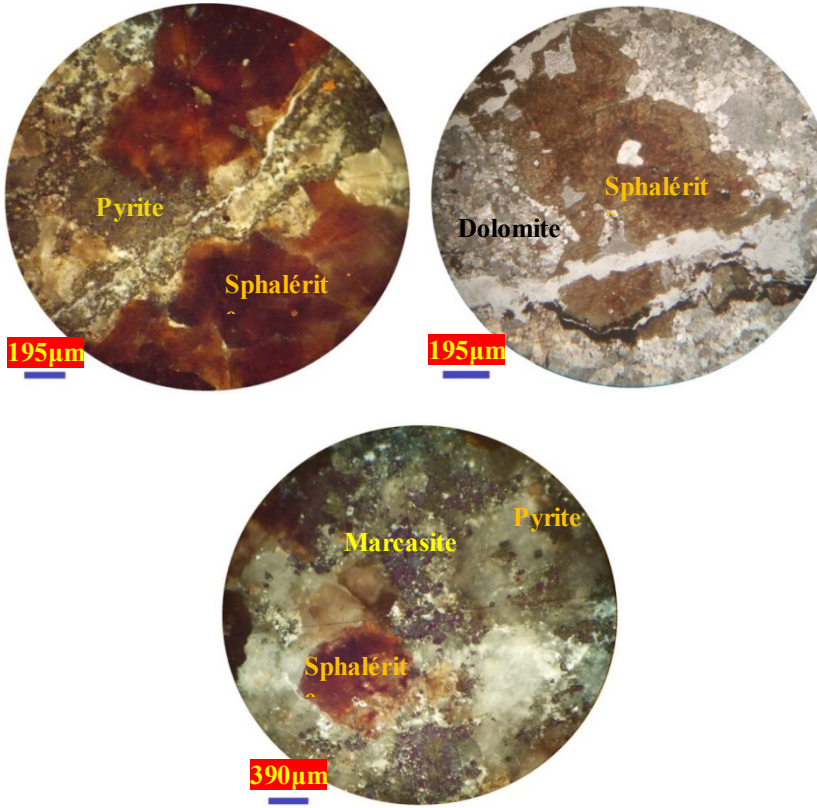


Figure 2. Petrographic analysis of zinc sulphide ore.

The results obtained by XRD show that the mineralogical composition includes: sphalerite, galena, and pyrite, dolomite and marcasite, which are the majority minerals (Figure 3). After having identified the composition of the ore, it is essential to know the size of the mineral grains; we find that the highest zinc content is between the meshes 0.5 and 0.25 mm, corresponding to 14.5 % Zn for a weight yield of 7.8 % .The results are shown in Table 1 and Table 2 below.

ISBN 978-617-7570-71-3

Table 1. ***Results of preliminary analysis by florescence X***

Oxides	Zn	S	Pb	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	K_2O
Content (%)	6.75	16.8	0.33	4.04	16.7	18.9	14.95	1.25	0.6

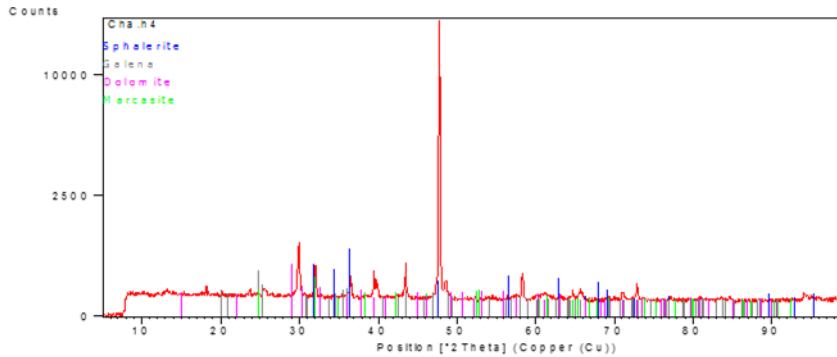


Figure 3. XRD analysis of zinc sulphide ore.

The application of zinc in agriculture and microbiology holds significant importance due to its essential role in plant growth and its impact on soil health. Zinc is a vital micronutrient for plants, as it participates in numerous enzymatic reactions crucial for processes like protein synthesis, photosynthesis, growth regulation, and the formation of plant hormones. Soil deficiencies in zinc can result in nutritional deficits for plants, leading to stunted growth, reduced fruit and seed production, and heightened vulnerability to diseases. Thoughtful and strategic zinc application in agriculture, coupled with sustainable soil management practices, is pivotal for maintaining long-term soil fertility, boosting agricultural yields, and reducing reliance on chemical inputs. In summary, zinc emerges as a pivotal element for both plant growth and soil health in the realm of agriculture. Its effective utilization, when combined with a comprehensive understanding of associated microbiological processes, is paramount

Table 2. ***Results of chemical analysis of size fractions***

Meshes (mm)	Weight (g)	Weight (%)	content %		distribution %	
			Zn	Pb	Zn	Pb
+5	183.0	18.34	3.5	0.075	7.95	3.13
–5…+4	73.1	7.32	5.5	0.17	4.99	2.83
–4…+3.15	47.1	4.72	6.0	0.12	3.50	1.28
–3.15…+2.5	59.3	5.94	4.5	0.50	3.31	8.65
–2.50…+2	61.2	6.13	7.5	0.62	5.69	2.22
–2.00…+1.6	39.0	3.91	8.5	0.25	4.11	4.74
–1.60…+1.25	46.2	4.63	10.0	0.45	5.73	16.59
–1.25…+0.80	88.7	8.87	11.0	0.82	12.11	12.29
–0.8…+0.5	80.4	8.06	13.0	0.67	12.97	17.24
–0.5…+0.25	77.9	7.80	14.5	0.97	14.02	17.24
–0.25…+0.125	86.2	8.60	13.0	0.75	13.91	14.75
–0.125…+0.074	76.5	7.66	8.5	0.62	8.07	10.82
–0.074	79.1	7.93	7.0	0.30	6.87	5.41
Total	997.9	99.91			100	100

for enhancing agricultural productivity in an environmentally sustainable manner and for addressing issues related to zinc soil contamination.

ISBN 978-617-7570-71-3

УДК 57.083.12: 631.147

ФОРМУВАННЯ МІКРОБНИХ ЦЕНОЗІВ У РИЗОСФЕРІ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН

І. І. Гуменюк, А. С. Левішко, В. О. Цвігун

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

Ґрунт є динамічною, живою та невід'ємною частиною екосистеми суші. Залежно від наявності росту рослин на ньому, його можна розділити на два типи, а саме ризосферний та неризосферний ґрунт. Ризосфера — це частина ґрунту, що безпосередньо оточує корені рослин та характеризується підвищеною активністю мікроорганізмів. Неризосферний ґрунт, так званий насипний ґрунт — це ґрунт, вільний від коренів рослин. Відомо, що мікроорганізми захищають своїх рослин-живителів від патогенних організмів, сприяють росту та кращому врожаю культурних рослин, а також часто є дуже специфічними для кожного типу рослин. Тому нами було проведено дослідження, спрямоване на виявлення відмінностей ризосферного та насипного ґрунтів під час вирощування деяких культурних рослин за умов органічного землеробства.

Зразки ґрунту для досліджень відбирали на Сквирській дослідній станції органічного виробництва ІАП НААН у шарі ґрунту 0–20 см: до висіву культурних рослин (соя, пшениця, кукурудза, соняшник, гречка) та за 45 діб після сходів. Підрахунок чисельності мікроорганізмів проводили загальноприйнятим методом десятикратних розведень із висівом їх на відповідні живильні середовища.

Нами встановлено, що чисельність мікроорганізмів основних таксономічних груп (мікроміцетів, неспорових бактерій, актиноміцетів, целюлозолітиків) після 45 діб культивування вищезазначених рослин суттєво не змінювалася в насипному ґрунті,

на відміну від ризосферного. Лише за вирощування сої в насипному ґрунті зростає кількість амоніфікаторів. За вирощування інших культур їх кількість не змінювалася. У ризосферному ґрунті кількість амоніфікаторів збільшувалася за вирощування сої та пшениці. Також необхідно відзначити зменшення кількості мікроміцетів у ризосфері рослин сої, пшениці, кукурудзи та соняшника. Ризосфера кожної досліджуваної сільськогосподарської культури характеризується специфічним мікробним ценозом. Аналіз розвитку мікробного ценозу показав, що з насиченням сівозмін різними культурами відбувається збалансування мікробного ценозу ґрунту. Тобто зміна якісного складу кореневих виділень, що має місце за сівозміни, сприяє активному перегрупуванню різних форм мікроорганізмів, а також спричиняє зміну інтенсивності біохімічних процесів у ґрунті.

Результати цього дослідження показали, що ризосферний ґрунт різних культурних рослин колонізується різними видами та популяціями мікроорганізмів, на відміну від неризосферного (насипного) ґрунту. Вирощування культурних рослин може позитивно впливати на процеси гумусоутворення, а беззмінне вирощування будь-якої сільськогосподарської культури значно порушує стійкість мікробного ценозу ризосфери, як порівняти із застосуванням сівозміни.

ISBN 978-617-7570-71-3

УДК 631.461.61/.582:633.854.78

АКТИВНІСТЬ ЦЕЛЮЛОЗОРУЙНІВНИХ МІКРООРГАНІЗМІВ У ҐРУНТІ ЗАЛЕЖНО ВІД НАСИЧЕННЯ СІВОЗМІН СОНЯШНИКОМ

З. О. Дегтярьова

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

У ґрунті практично немає процесу, в якому б не брала активної участі мікробіота. Мікробіологічні процеси в ґрунті перебувають у тісному зв'язку із веденням сільського господарства, яке неодмінно впливає на ґрунт, порушуючи природні процеси в агроценозах (Schimel, 2012; Marais, 2012; McDaniel, 2014). За вирощування соняшника може виникати проблема дефіциту органічної речовини в ґрунті агрофітоценозів, що у подальшому впливатиме на врожайність наступних культур (Костюченко, 2014). Тому вважається, що збільшення частки соняшника в сівозмінах може мати значний вплив на мікробні угруповання, які контролюють колообіг поживних речовин і впливають на продуктивність культур (Dehtiarova, 2022).

Дослідження целюлозолітичної активності ґрунту проводили у 2022 р. на дослідному полі кафедри землеробства та гербології ім. О. М. Можейка Державного біотехнологічного університету.

Досліджували варіанти різного насичення короткоротаційних сівозмін соняшником:

Варіант 1 (частка соняшника — 20 %): 1. Горох. 2. Пшениця озима. 3. Кукурудза. 4. Жито озиме. **5. Соняшник.**

Варіант 2 (частка соняшника — 40 %): 1. Горох. 2. Пшениця озима. **3. Соняшник.** 4. Жито озиме. **5. Соняшник.**

Варіант 3 (частка соняшника — 60 %): **1. Соняшник.** 2. Пшениця озима. **3. Соняшник.** 4. Жито озиме. **5. Соняшник.**

Для порівняння досліджуваного показника контролем було обране поле чистого пару.

У верхньому шарі ґрунту 0–10 см активність мікроорганізмів була нижчою проти інших шарів, що було спричинено низькими запасами вологи та підвищеною температурою. Проте найбільш інтенсивний розклад целюлози (лляне полотно) відбувався у варіанті з насиченням соняшника 60 % — 41,1 %. Із зменшенням частки соняшника в сівозмінах до 40 % і 20 % значення знижувалися на 18,3 % і 23,8 % відповідно.

У шарі ґрунту 10–20 см розкладання полотна відбувалося більш інтенсивно і також залежало від варіантів насичення. Так, за вирощування соняшника в сівозміні з часткою 60 % у шарі ґрунту 10–20 см активність целюлозоруйнівних мікроорганізмів була найвищою. Про це свідчить відсоток розкладеного полотна на рівні 55,0 %, що більше ніж на 8,1 %, як порівняти із 40 %-м насиченням, а з насиченням 20 % — на 22,0 % від початкової маси полотна. Найбільш активною діяльність мікроорганізмів була у нижньому шарі ґрунту 20–30 см — з найвищими значеннями у варіанті з часткою соняшника 60 %. Так, відсоток розкладеної целюлози від початкової маси становив 65,2 %. У варіантах з насиченням соняшника 40 % і 20 % інтенсивність розкладання целюлози знизилася на 18,3 % і 21,3 % відповідно.

Отже, сівозміна з насиченням соняшника 60 % забезпечила найбільш сприятливі умови для життєдіяльності целюлозоруйнівних мікроорганізмів в орному шарі чорнозему типового, що пов’язано із великою кількістю його рослинних решток, які накопичувалися в полі впродовж всієї ротації сівозміни.

ISBN 978-617-7570-71-3

УДК [631.445.41:631.461]:631.8(477.52/.54)

ВПЛИВ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ Й РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ НА БІОГЕННІСТЬ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО ЗА ВИРОЩУВАННЯ СУНИЦІ САДОВОЇ

Н. І. Ковалжи[1], О. В. Твердохліб[2], С. В. Рєзнік[1]

[1]Державний біотехнологічний університет п/в «Докучаєвське-2», Харківський р-н, Харківська обл., 62483, Україна

[2]Харківський національний педагогічний університет імені Г. С. Сковороди вул. Алчевських, 29; м. Харків, 61002, Україна

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

Розвиток ґрунтів і ґрунтового покриву багато в чому залежить від мікробного населення ґрунту, яке в значній мірі зумовлює мінералізацію органічних решток, переводячи «законсервовані» поживні речовини в доступні для рослин форми (Дегтярьов, 2011; Гавва, 2016; Ishaq et al., 2020).

Дослідження проводили на чорноземі типовому важкосуглинковому на лесі. Варіантами дослідження були ділянки під природним фітоценозом (переліг з 1946 р.), ділянка за традиційної системи обробітку (кукурудза, рілля, якій понад 100 років) на глибинах від 0 до 40 см та варіанти вирощування суниці садової під краплинним зрошенням за різних систем удобрення, на глибинах від верхнього шару (гребня) до 50 см: I ділянка — суниця без удобрення; II ділянка — суниця за мінеральної системи удобрення; III ділянка — суниця за органо-мінеральної системи удобрення; IV ділянка — суниця за органічної системи удобрення. Як добрива використовували нітроамофоску $N_{16}P_{16}K_{16}$ з розрахунку 400 кг/га та напівперепрілий гній — 50 т/га. Зрошувана вода: 3 клас — непридатна для зрошення за вмістом заліза.

Для оцінки впливу різних систем удобрення за вирощування суниці садової використовували показник біогенності (Біогенність = КАА + МПА + ЕШ + ГА) як суму КУО, які асимілюють мінеральні форми азоту, ті, що використовують переважно органічні сполуки азоту, а також олігонітрофільні й олігокарбофільні мікроорганізми.

За досліджуваними варіантами найвищий показник загальної мікробіологічної активності (біогенності) було зафіксовано на перелозі у шарі ґрунту 0–10 см (8,75 млн КУО/г с. ґ.). На фоні застосування добрив під суницю, верхні горизонти, особливо у гребні, мали дещо вищі показники, а саме: 9,95 млн КУО/г с. ґ. — за мінерального, 9,89 млн КУО/г с. ґ. — за органічного, 9,69 млн КУО/г с. ґ. за органо-мінерального удобрення. Різке зменшення чисельності бактерій спостерігається у варіанті суниці без удобрення на всіх глибинах досліджуваного ґрунту (від 6,50 млн КУО/г с. ґ. у гребні до 0,74 млн КУО/г с. ґ. — у шарі ґрунту 30–40 см). Зростання біогенності у 10–20 см (7,14 млн КУО/г с. ґ.) і 20–30 см (7,01 млн КУО/г с. ґ.) шарах ґрунту відзначено у варіанті кукурудзи, як порівняти з усіма варіантами.

Згідно з математико-статистичним аналізом спостерігається відсутність достовірного впливу варіантів дослідження лише на показник чисельності актиноміцетів і біогенності, а от сезонність цілком і повністю впливає на загальну біогенність ґрунту й чисельність представників усіх досліджених еколого-трофічних груп мікроорганізмів. Виходячи з показника F, вплив сезону на чисельність мікроорганізмів значно вищий, ніж системи удобрення.

У підсумку досліджень виявили: система удобрення достовірно впливає на чисельність практично усіх мікроорганізмів, проте загальна біогенність не змінюється; тенденцію до підвищення показника біогенності у варіантах суниці за мінерального удобрення і внесення органічних добрив проти контролю і перелогу; сезон року впливає на чисельність мікроорганізмів значно більше, ніж система удобрення.

ISBN 978-617-7570-71-3

УДК 579.64:631.847.211:635.657

ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ НОВОГО ШТАМУ *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* 271 НА ЖИВИЛЬНИХ СЕРЕДОВИЩАХ РІЗНОГО ХІМІЧНОГО СКЛАДУ

О. В. Логоша[1,2], Ю. О. Воробей[1], Т. О. Усманова[1]

[1]*Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН*
вул. Шевченка, 97; м. Чернігів, 14030, Україна

[2]*Національний університет «Чернігівська політехніка»*
вул. Шевченка, 95; м. Чернігів, 14030, Україна

e-mail: olga.logosha94@gmail.com

Відомо, що регулювання росту мікроорганізмів можливе за рахунок підбору оптимальних середовищ культивування, що дає змогу отримати значний приріст біомаси (Рой зі співав., 2016). Склад середовища має вирішальне значення під час розробки бактеріальних інокулянтів, адже має забезпечити отримання достатньої кількості життєздатних та активних мікробних клітин (Bashan et al., 2014; Lobo et al., 2019).

Для культивування бактерій роду *Azospirillum* вітчизняними та закордонними вченими найчастіше використовуються різноманітні середовища напівсинтетичного складу (Волкогон, Надкернична, 2015; Oliveira et al., 2017). В патентах на корисну модель під час виготовлення препаратів для обробки насіння жита, гречки, стоколосу та інших злакових культур рекомендується вирощувати *A. brasilense* на рідких живильних середовищах з мелясою та кукурудзяним екстрактом.

Метою нашої роботи було дослідження особливостей росту нового штаму азотфіксувальних бактерій *A. brasilense* 271 в синтетичних та напівсинтетичних середовищах, а також в оптимізованому нами промисловому середовищі. За основу для останнього брали склад середовища, що застосовується для культиву-

вання бактерій роду *Azospirillum* в промисловості. Кукурудзяний екстракт ми не використовували, зважаючи на високу мікробіологічну забрудненість цього компоненту й економічну недоцільність його дробової стерилізації. Для забезпечення потреб діазотрофів в органічних речовинах кількість меляси у середовищі було підвищено вдвічі проти промислової, оскільки відомо, що достатньо високий вміст цукрів в середовищі індукує інтенсивне продукування біомаси бактерій (Kim, 2000; Quagliano et al., 2001).

Концентрація та склад солей також мають значний вплив на ріст мікроорганізмів. Зважаючи на поживні потреби бактерій роду *Azospirillum*, до модифікованого нами середовища з мелясою додавали K_2HPO_4 (0,025 %); KH_2PO_4 (0,025 %); $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ (0,02 %); $CaCO_3$ (0,3 %); NaCL (0,02 %).

Культивування здійснювали на качалках (240 об./хв.) за 28 °С протягом 72 год. (*A. brasilense* 271). З інтервалом у 6–12 годин визначали чисельність життєздатних клітин методом послідовних розведень і висіву *A. brasilense* — на картопляний агар, з подальшим підрахунком колонієутворювальних одиниць (КУО).

Найвищий титр бактеріальних клітин спостерігали за культивування на напівсинтетичних середовищах. Так, за 24 години вирощування на оптимізованому середовищі для промислового культивування мікроорганізмів, яке мало в своєму складі мелясу, титр бактерій становив 3,3 млрд/мл, тоді як на середовищі з мелясою та кукурудзяним екстрактом титр був нижчим — 1,8 млрд/мл бактерій за такого ж періоду вирощування.

За культивування *A. brasilense* 271 на синтетичному малатному середовищі максимальний титр клітин (0,9 млрд) ми спостерігали тільки за 72 год. культивування.

Швидкість росту *A. brasilense* 271 була найвищою за культивування на напівсинтетичних середовищах з мелясою. Експоненціальна фаза за вирощування на цих середовищах наставала

ISBN 978-617-7570-71-3

за 12 годин культивування, а за вирощування на синтетичному середовищі — на 24-ту годину культивування.

Отже, оптимізований хімічний склад живильного середовища з мелясою забезпечує максимальний титр *A. brasilense* 271 в оптимальні строки культивування. Так, максимальна чисельність КУО *A. brasilense* 271 складала 3,3 млрд на 24-ту годину. Високий титр та коротший час генерації числа мікробних клітин за культивування на модифікованому нами живильному середовищі свідчить про доцільність використання його для вирощування досліджуваних бактерій у виробництві інокулянту.

UDC 631:579

ENVIRONMENTALLY-FRIENDLY ARABLE FARMING AND COMPLEX MICROBIAL-VIRAL INFECTION

V. P. Patyka[1], A. M. Moskalenko[2]

[1]*D. K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, NAS of Ukraine*
154 Academika Zabolotnoho str.; Kyiv, 03143, Ukraine
e-mail: patykavolodymyr@gmail.com

[2]*Institute of Agricultural Microbiology and Agroindustrial Manufacture, NAAS*
97 Shevchenka str.; Chernihiv, 14030, Ukraine
e-mail: ekomam2017@gmail.com

Now it is a fact that the efficacy of the agro-industrial complex combines high productivity — therefore, economic feasibility and environmental safety. That is, the basis of the competitiveness of agricultural products on the world market is not only the economic criteria of its value, but also strict control over its quality and safety. Considering the significant agricultural potential, this problem is relevant for Ukraine (Pysarenko et al., 2008).

The main factors that impact the natural high yield of agricultural crops are favourable climatic conditions, soil fertility, the structure of the microbial complex, the absence of various pathogens, etc. (Bulhakov, 2023).

It was proved that the natural potential of soil fertility is significantly impacted by the qualitative and quantitative composition of its microbiota. Studies conducted by the Ukrainian microbiologists showed that the number, biomass and taxonomic structure of the soil microbial complex depends on many factors, and active land use leads to significant changes in these parameters (Gadzalo et al., 2019).

The solution to this issue is most likely to be found in the field of studying soil microorganisms, analysing the nature of their interaction with plants, especially with phytopathogenic infection (Suszanowicz, Patyka, 2021).

Nature has laid down all the mechanisms for managing the most important biosphere processes: nitrogen fixation, phosphate mobilization, antagonism of microorganisms to phytopathogens, synthesis of biologically active substances by many soil microorganisms capable of significantly impacting the physiological state of plants and their immunity, causing epizootics in pests of agricultural crops, etc. The activation of plant-microbial interaction is a powerful factor in increasing the productivity of agrocenosis, but it is not used properly in agricultural practice. Therefore, large-scale environmentalization of agricultural technologies is necessary, which would provide conditions for the implementation of natural processes (Volkohon et al., 2022).

Plant diseases, where more than one pathogen is involved in the infectious process, are usually called mixed or complex, and their diagnosis and subsequent control are much more difficult. Such diseases arise as a result of the interaction of a wide range of different groups of microorganisms. However, not enough is known about the possibility and synergy of their interaction, which can lead to severe diseases (Pasichnyk, Patyka, 2023).

ISBN 978-617-7570-71-3

Complex infections are a serious threat to obtaining high-quality plant products, and the long-term chemization of plant protection in global agricultural production, combined with the action of other negative anthropogenic factors on the ecosystem as a whole, has led to global negative environmental consequences, therefore the development of scientific approaches to biological plant protection using antagonistic microorganisms of different groups is relevant and cost-effective.

Biological processes management in agrocenoses is possible through the introduction of agronomically valuable strains of microorganisms into the rhizosphere of plants, which enhances the beneficial or weakens the negative effect of microbial-viral infection. In addition to other factors, the degree of manifestation and nature of the symptoms of a disease largely depend on whether the plant is affected by one species/strain of the pathogen or several. Therefore, the study of the complex of phytopathogens and the development of the pathological process during complex infection of plants is important for the prevention and reduction of the infectious load (Patyka et al., 2019).

For now, microbiologists and virologists have come to the conclusion that monitoring, rapid diagnostics of phytopathogenic microorganisms, viruses, phytoplasmas, the search for phytopathogenic antagonistic microorganisms and the creation of biological preparations with biocidal properties on their basis is definitely relevant. Since in natural conditions and agrophytocenoses, plants usually come into contact with several pathogens simultaneously, and most of the known data are obtained from the study of individual pathogens, the study of complex infections and measures to limit them are extremely important (Patyka et al., 2019).

It is known that leguminous plants, the share of which in the structure of sown areas should be 25–40 %, are the stabilizing basis of most technologies for growing grain crops. Therefore, pre-sowing treatment of seeds with nodule bacteria-based biological preparations should be a mandatory agromeasure in the technology of growing legumes. In the conditions of Ukraine, such preparations provide an

increase in the productivity of leguminous crops by an average of 10–30 %, and an increase in the protein content in plants by up to 2 % (Kots et al., 2011).

Associative nitrogen fixation, which is more extensive than symbiotic, is important as well. Conducted long-term studies of diazotrophs in the cultivation of cereal crops allow to state that in modern conditions it is possible to obtain an increase in yield at the level of application of mineral nitrogen equal to or over 30 kg/ha due to nitrogen fixation (Kots et al., 2014).

From time immemorial, people have known that their ability to influence the environment far exceeds their right to do so. For the benefit of each person and society as a whole, our immediate needs must be brought into line with the laws of nature. If the latter continue to be ignored, humanity will dig its own grave. We must develop separate agriculture as an organism and understand it as a living ecosystem, the sample of which is taken from nature itself and which represents an alternative to bare intensification, specialization and chemization.

ISBN 978-617-7570-71-3

УДК [631.445.41:631.461]:631.8(477.52/.54)

МІКРОБІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО В УМОВАХ ІНТЕНСИВНОГО ВИРОЩУВАННЯ СУНИЦІ САДОВОЇ

С. С. Переходович[1], Н. І. Ковалжи[2]

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

[2]Державний біотехнологічний університет п/в «Докучаєвське-2», Харківський р-н, Харківська обл., 62483, Україна

e-mail: 20familyclub20@gmail.com

Ґрунтові мікроорганізми відіграють життєво важливу роль у функціях ґрунту, впливаючи на біогеохімічний цикл, родючість ґрунтів, стан рослин та надземні екосистеми. У ґрунті містяться найрізноманітніші мікроорганізми, які віддзеркалюють напрямки ґрунтотворних процесів та режими ґрунтів (тепловий, водний, повітряний, поживний тощо) (Dubey, 2019).

Об’єкт досліджень: чорнозем типовий важкосуглинковий на лесі. Варіанти досліджень: ділянка під природнім фітоценозом (переліг); за традиційною системою обробітку (під кукурудзою); суниця без удобрення; суниця за мінеральною системою удобрення; суниця за органо-мінеральною системою удобрення; суниця за органічною системою удобрення. У досліді для удобрення використовували нітроамофоску $N_{16}P_{16}K_{16}$ та напівперепрілий гній. Посадку суниці проводили в шаховому зсунутому порядку у дві стрічки з відстанню між рослинами 25 см з міжряддями 130 см. Полив здійснювали за потреби для забезпечення постійної вологості ґрунту в межах 75 %, яку вимірювали польовим вологоміром. Технологією системи вирощування передба-

чено застосування хімічних засобів захисту рослин проти шкідливих організмів та некореневе підживлення у фазу цвітіння. Зрошувана вода: 3 клас — непридатна для зрошення за вмістом заліза.

Методом дослідження було обрано культивування на щільному середовищі, де визначали чисельність мікроорганізмів, які розкладають органічні форми азоту. Ця група мікроорганізмів відображає показник мобілізації азоту ґрунтів. Найвища кількість мікроорганізмів спостерігалась у гребеневій частині варіанту суниці за органічною системою удобрення (8,51 млн КУО/г с. ґ.), дещо меншим показником характеризуються ділянки перелогу (6,63 млн КУО/г с. ґ.), суниці за органо-мінеральною (5,23 млн КУО/г с. ґ.) та мінеральною (4,75 млн КУО/г с. ґ.) системами удобрення (рис.). Це свідчить про наявність достатньої кількості рослинних решток, що містять органічний азот.

Варто зазначити, що значно менш інтенсивним є процес мінералізації у варіантах кукурудзи (1,675 млн КУО/г с. ґ.) та суниці за системою вирощування без добрив (2,61 млн КУО/г с. ґ.) (рис.). Закономірно зменшена кількість мікроорганізмів з глибиною у всіх варіантах досліду, що свідчить про глибинну кореляцію надходження органічних решток.

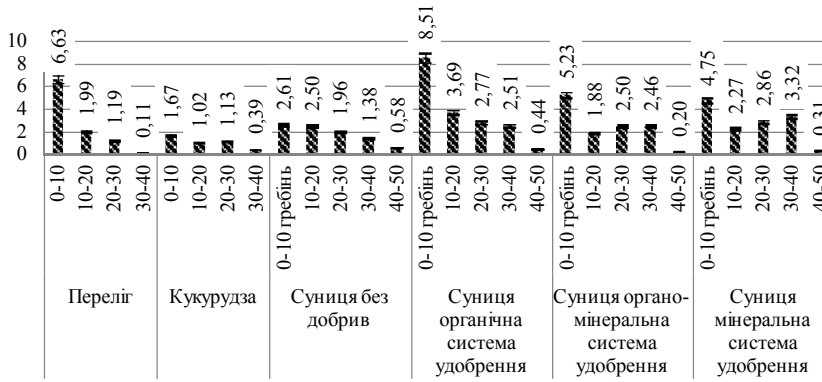


Рис. Чисельність мікроорганізмів, які розкладають органічні форми азоту (млн КУО/г с. ґ.).

ISBN 978-617-7570-71-3

У підсумку дослідження було виявлено інтенсивність мобілізації азоту та його закріплення у ґрунті у всіх варіантах вирощування.

УДК 633.582:631.8:631.51.021(477.7)

ЕФЕКТИВНІСТЬ МІКРОБНОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ ПОПЕРЕДНИКА СОНЯШНИКА В ПОЛЬОВІЙ СІВОЗМІНІ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

О. О. Пілярська, А. М. Коваленко, О. А. Коваленко

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
вул. Маяцька дорога, 24; смт Хлібодарське, Одеський р-н, Одеська обл., 67667, Україна
e-mail: izz.biblio@ukr.net

Одним із заходів покращення живлення рослин є застосування мікробних препаратів, які сприяють пришвидшенню перетворення недоступних сполук післяжнивних решток рослин у доступні. Останніми роками розроблено препарати на основі мікроорганізмів, які пришвидшують розкладання рослинних решток, оптимізують біологічну активність мікробіоти й сприяють покращенню поживного режиму ґрунту.

Дослідження ефективності використання мікробних агентів, що трансформують рослинні рештки, проводили протягом п’яти років на базі стаціонарних польових дослідів Інституту зрошуваного землеробства НААН відповідно до загальноприйнятих методів і методичних рекомендацій.

Спостереження проводили в ланці сівозміни з таким чергуванням сільськогосподарських культур: пшениця озима → сорго

→ ячмінь ярий → соняшник → чорний пар. Дослідження проводили в двофакторному досліді за такою схемою:

Фактор А — система обробітку ґрунту: 1. ***Оранка.*** 2. ***Безполицевий*** (***чизельний*** обробіток). 3. ***Мінімальний обробіток ґрунту*** під всі культури.

Фактор В — мікробні препарати: 1. Контроль (без застосування мікробних трансформаторів органічної речовини стерні). 2. Мікробні трансформатори рослинних решток: Мікробний препарат 1 (Екостерн); Мікробний препарат 2 (Органік-баланс); Мікробний препарат 3 (Біонорм).

Після збирання товарної частини врожаю ячменю ярого на полі залишається значна кількість подрібненої біомаси стерньових решток рослин, яка становить 2,35–2,50 т/га. Найбільше біомаси залишалося на фоні оранки, а у варіантах з безполицевим обробітком ґрунту її було менше на 6,0–12,0 %.

Біомаса рослинних решток, що заорювалась у ґрунт, мала різний хімічний склад і, відповідно, різну кількість поживних речовин. Так, найбільша кількість азоту (23,3–27,9 кг/га) і фосфору (12,3–147,8 кг/га) була в біомасі сорго, а найменша — в біомасі ячменю ярого (12,2–13,0 кг/га та 6,8–7,2 кг/га відповідно). Вміст азоту був на рівні 12,2 кг/га, фосфору — 6,68–7,2 кг/га і вуглецю — 1198–1272 кг/га.

Швидкість трансформації рослинних решток у ґрунті залежала від їхнього хімічного складу та погодних умов після збирання. Найповільнішу трансформацію рослинних решток відзначено у контрольному варіанті без застосування мікробних препаратів — 24,7–31,5 % за 90 днів. Застосування мікробних трансформаторів суттєво прискорювало деструкцію рослинних решток: Екостерн — до 47,3–55,0 %, Органік-баланс — до 47,6–55,3 % і Біонорм — до 46,7–53,9 % за 90 днів.

Найбільш інтенсивно трансформація рослинних решток відбувалася за умов оранки, що пов’язано з кращим подрібненням та зволоженням ґрунту. За мілкого безполицевого обробітку подрібнена біомаса заробляється тільки у верхній шар ґрунту, який

ISBN 978-617-7570-71-3

швидше втрачає вологу, що спричиняє погіршення умов для подальшої її трансформації. Швидкість мікробної трансформації рослинних решток позначилася на чисельності мікроорганізмів, які використовують у своєму метаболізмі азотні сполуки й формують поживний режим ґрунту.

Зміни біологічної активності й поживного режиму ґрунту в процесі розкладання соломи під впливом мікробних препаратів за різних прийомів обробітку ґрунту вплинули на рівень врожайності соняшника як наступної культури після ячменю. На фоні безполицевого глибокого обробітку ґрунту препарати-трансформатори, якими оброблялася солома попередника, сприяли підвищенню врожайності соняшника на 0,07–0,22 т/га. Перевагу мали біопрепарати Екостерн та Органік-баланс. Також ефективним виявилося застосування цих препаратів і за безполицевого мілкого обробітку ґрунту, прибавка склала 0,22–0,24 т/га.

УДК 519:631.465

РЕЗУЛЬТАТИ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ 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 більшості статистичних досліджень є класифікація об’єктів, явищ або показників. Кластерний аналіз є важливим інструментом під час розв’язання завдань класифікації об’єктів і часто застосовується для систематизації даних

агрономічного експерименту, зокрема й у ґрунтознавстві. Внаслідок кластеризації утворюються групи схожих даних. На відміну від інших методів цей вид аналізу дає можливість класифікувати об'єкти за багатьма ознаками одночасно.

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

Метою дослідження є визначення відмінностей між чорноземами типовими за різних систем землеробства на основі даних біологічної активності за допомогою кластерного аналізу.

Згідно з метою роботи сформульовано такі робочі гіпотези:

1) ґрунти, які обробляються (агрогенні), розвиваються за специфічним ґрунтотворним процесом;

2) ґрунти за органічної й інтенсивної систем землеробства характеризуються різною спрямованістю ґрунтових біологічних процесів.

Для підтвердження висунутих нами гіпотез та виділення ознак в однорідні групи за впливом на сукупність показників біологічної активності чорноземів типових використано метод ієрар-

ISBN 978-617-7570-71-3

хічного кластерного аналізу. Кластеризацію (виділення однорідних груп) проводили за методом Варда, використовуючи метрику Сіті-блок для оцінки міжкластерних відстаней.

Результатом кластерного аналізу є розподіл масиву змінних на три кластери за системами землеробства, а саме: 59 % зразків ґрунту віднесено до другого кластеру, до першого (13 %) здебільшого входять зразки, відібрані на чорноземах за інтенсивної системи землеробства і шарів ґрунту, які піддаються обробітку, а до третього (28 %) — перелогової ділянки.

Якщо розглянути детальніше класифікаційну таблицю, то можна стверджувати, що за показниками біологічної активності треба згрупувати зразки ґрунту, відібрані з шарів, які обробляються за різних систем землеробства, зокрема, відібрані з 0–40-сантиметрового шару за інтенсивної системи землеробства і 0–20-сантиметрового шару за органічної системи землеробства. У другий кластер згруповано зразки ґрунту, відібрані у чорноземах за органічного землеробства, а також з перехідних горизонтів і материнської породи усіх варіантів. Третій кластер — це сукупність зразків, відібраних на перелоговій ділянці з включенням поодиноких зразків чорноземів типових за органічного землеробства.

Математичне моделювання розвитку чорноземних ґрунтів за різних систем землеробства свідчить про істотні зміни біохімічних процесів у гумусовому горизонті під впливом господарської діяльності людини і дозволяє виокремити чорноземи, що обробляються, від природніх аналогів. А за результатами проведеного кластерного аналізу було підтверджено сформульовані нульові гіпотези.

УДК 632.937.1.14: 634.466:579.64:633.34

РІСТСТИМУЛЮВАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ ГРИБА *PHOMA* SP. 2015 ТА ЙОГО ВПЛИВ НА СИМБІОТИЧНІ ПОКАЗНИКИ СОЇ

О. О. Шаховніна

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

Рід *Phoma* Frank є однією з домінантних груп грибів, які широко розповсюджені в численних екологічних нішах. На сьогодні описано понад 200 видів грибів, що належать до роду *Phoma*, з яких приблизно 110 — патогенні, що завдають значних збитків виробництву важливих сільськогосподарських культур (Deb et al., 2020). Зокрема, *P. terrestris* спричиняє рожевий корінь цибулі, *P. betae* — чорну ніжку буряка, *P. cucurbitacearum* — чорну гниль гарбузів, *P. pinodella* — кореневу гниль гороху, *P. exigua* — базальну гниль салату, *P. exigua* var. *exigua* або var. *foveata* — гангрену картоплі (Sultana, Hossain, 2022) тощо. Проте представники роду *Phoma* відомі не тільки як фітопатогени, але і як ендофіти багатьох видів культурних рослин, тобто мікроорганізми, які безсимптомно існують у здорових тканинах рослини та можуть позитивно впливати на використання нею живильних речовин, продукування метаболітів, стійкість до абіотичного стресу, патогенів і шкідників (Rashmi et al., 2019). Так, у низці літературних джерел гриби роду *Phoma* описані як ендофіти сої культурної (Impullitti, Malvick, 2013; Fernandes et al., 2015; Yang et al., 2018).

Під час вивчення ендофітної мікобіоти сої сорту Легенда з поверхнево стерилізованих фрагментів коренів рослин нами було виділено ізолят *Phoma* sp. 2015. Становило інтерес дослідити здатність зазначеного ізоляту продукувати рістстимулювальні речовини та його вплив на симбіотичні показники сої.

ISBN 978-617-7570-71-3

Для отримання культуральної рідини *Phoma* sp. 2015 вирощували на рідкому глюкозо-автолізатному середовищі упродовж 10 діб за температури 26 °С. Здатність гриба продукувати ріст-стимулювальні речовини вивчали методом біотестів, використовуючи як тест-об'єкт насіння пшениці ярої сорту Рання 93. Насіння замочували у нативній культуральній рідині та її розведеннях 1:100, 1:500, 1:1000 упродовж однієї години, розкладали в чашки Петрі на зволожений фільтрувальний папір, витримували за температури 26 °С до проростання, а надалі експонували у відкритих чашках Петрі до 5 діб. Після цього відділяли корені від надземної частини рослин, висушували до сталої маси й обраховували приріст або зниження маси у дослідних варіантах проти контролю (обробки насіння стерильною водогінною водою).

Показано, що нативна культуральна рідина *Phoma* sp. 2015 інгібувала розвиток проростків на 10,9 % за надземною масою і на 18,5 % — за масою коренів (рис.). За розведення культуральної рідини 1:100 маса висушених коренів була нижчою, ніж у контролі, на 14,3 %, а надземна маса за вмістом сухої речовини

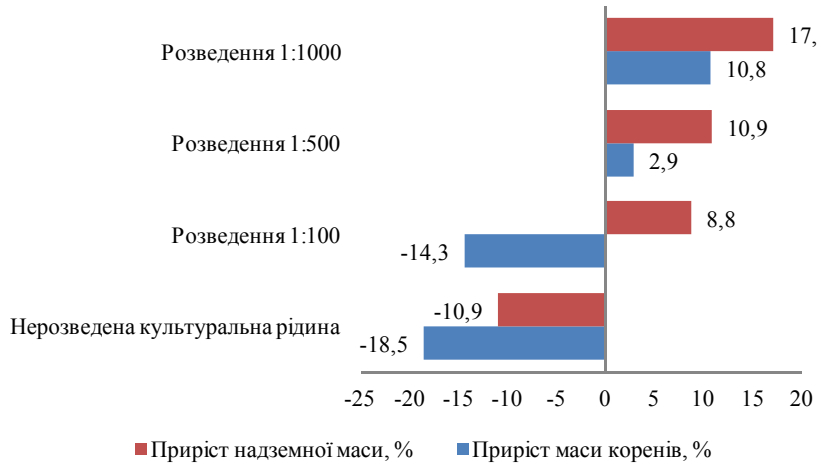


Рис. Приріст маси проростків пшениці до контролю (води) за обробки насіння культуральною рідиною гриба Phoma sp. 2015.

перевищувала контроль на 8,8 %. Найвищий приріст як надземної маси (17,1 %), так і коренів проростків (10,8 %) забезпечувало розведення 1:1000. Параболічний характер впливу розведень культуральної рідини *Phoma* sp. 2015 на масу проростків пшениці свідчить про наявність речовин фітогормональної природи у її складі.

Вплив гриба *Phoma* sp. 2015, виділеного з гістосфери рослин сої, на симбіотичні позаники цієї культури (кількість, масу та нітрогеназну активність бульбочок) вивчали за умов польового досліду у фази бутонізації, цвітіння й наливу бобів. Насіння сої сорту Арніка інокулювали суспензією спор *Phoma* sp. 2015 із розрахунку $1 \cdot 10^5$ спор на одну насінину, маса інокулюму становила 1 % маси насіння. У контрольному варіанті насіння зволожували стерильною водогінною водою (1 % від маси насіння). Дослідження симбіотичних показників сої показало, що кількість бульбочок на одну рослину в дослідному варіанті не відрізнялася істотно від контролю в усі фази розвитку рослин. Проте маса бульбочок на одну рослину за інокуляції *Phoma* sp. 2015 перевищувала відповідний показник у контрольному варіанті: на 48,6 % — у фазу бутонізації, на 47,2 % — у фазу цвітіння і на 21,4 % — у фазу наливу бобів. Нітрогеназна активність бульбочок за інокуляції також була істотно вищою, ніж у контрольному варіанті: удвічі — під час бутонізації, на 41,0 % — під час цвітіння і на 37,2 % — під час наливу бобів.

Отже, гриб *Phoma* sp. 2015, виділений з гістосфери рослин сої, здатний продукувати рістстимулювальні речовини і за передпосівної інокуляції насіння суспензією спор впливає на симбіотичну систему *Glycine max — Bradyrhizobium japonicum*, істотно підвищуючи показники маси та нітрогеназної активності бульбочок.

ISBN 978-617-7570-71-3

БІОЛОГІЧНИЙ ЗАХИСТ РОСЛИН ВІД ХВОРОБ І ШКІДНИКІВ

УДК 631.5

БІОЛОГІЧНИЙ ЗАХИСТ РОСЛИН ВІД ХВОРОБ І ШКІДНИКІВ У КОНТЕКСТІ ЗБАЛАНСОВАНОГО ЛІСОГОСПОДАРСЬКОГО ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ

С. В. Беліменко

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

Біологічний захист рослин — це система заходів, спрямована на зменшення негативного впливу шкідників, хвороб і бур'янів на рослини за допомогою природних біологічних факторів. У контексті розвитку лісового господарства біологічний захист рослин має низку переваг перед традиційними методами, такими як використання пестицидів:

1. Екологічність. Біологічні препарати не завдають шкоди навколишньому середовищу, зокрема людям, тваринам і корисним організмам.

2. Ефективність. Біологічні препарати можуть бути ефективними проти цілої низки шкідників, хвороб і бур'янів.

3. Безпека. Біологічні препарати безпечні для використання в лісах, де вони не можуть потрапити в їжу людям або тваринам.

Біологічний захист рослин використовується в лісовому господарстві для захисту лісових насаджень від шкідників, хвороб і бур'янів. До основних методів біологічного захисту рослин в лісовому господарстві належать такі:

1. Застосування біологічних препаратів. Біологічні препарати — це продукти життєдіяльності мікроорганізмів, грибів, рослин або тварин, які використовуються для боротьби зі шкідниками, хворобами і бур'янами.

2. Використання природних ворогів шкідників. Природні вороги шкідників — це паразити, хижаки та хвороботворні організми, які харчуються шкідниками, наприклад, телемонуси або трихограми, які є природними хижаками для личинок соснового шовкопряда (Карпович, Дрозда, 2019).

3. Застосування агротехнічних методів. Агротехнічні методи — це заходи, спрямовані на створення умов, несприятливих для розвитку шкідників, хвороб і бур'янів.

Біологічний захист рослин у лісовому господарстві є важливою складовою системи захисту лісів. Він дозволяє зменшити негативний вплив шкідників, хвороб і бур'янів на лісові насадження, не завдаючи шкоди навколишньому середовищу.

Нижче наводимо приклади застосування біологічного захисту рослин в лісовому господарстві.

Для захисту лісових культур від шкідників застосовуються біологічні препарати, такі як бактерії *Bacillus thuringiensis*, які є токсичними для гусениць метеликів.

Для захисту лісів від хвороб застосовуються гриби-антагоністи, які конкурують з патогенними грибами за харчові ресурси.

Для захисту лісів від бур'янів застосовуються рослини-конкуренти, які витісняють бур'яни з лісу.

Біологічний захист рослин у лісовому господарстві є перспективним напрямком. Він дозволяє підвищити ефективність захисту лісів від шкідників, хвороб і бур'янів, не завдаючи шкоди навколишньому середовищу (Крутякова та ін., 2020). На законодавчому рівні біологічний захист рослин регулюється Законом України «Про захист рослин», Законом України «Про пестициди і агрохімікати», Законом України «Про карантин рослин» які зазнали змін у 2023 році у зв'язку з повномасштабною

ISBN 978-617-7570-71-3

війною і необхідністю актуалізувати зміст законів до воєнних реалій (Верховна Рада України, 2023).

УДК 633.16:632.25:632.93

ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ ДЛЯ ОБМЕЖЕННЯ РОЗВИТКУ БОРОШНИСТОЇ РОСИ В АГРОЦЕНОЗІ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО

Г. Я. Біловус, О. Н. Ващишин, О. Н. Пристацька, М. Р. Добровецька

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5; с. Оброшине, Львівський р-н, Львівська обл., 81115, Україна
e-mail: bilovus.galina72@gmail.com

У сучасних системах землеробства, зокрема і в біологічних агротехнологіях, стрімко зростає роль захисту рослин. Збитки сільського господарства від шкідливих організмів (шкідників, збудників хвороб та бур'янів) у середньому складають 25–30 % (Мельничук та ін., 2011).

Ефективне біологічне агровиробництво неможливе без розв'язання проблем захисту рослин на основі комплексного використання біотехнологічних альтернатив. Аналізуючи різні альтернативні розробки біологізованих агротехнологій вирощування зернових культур (обробка насіння біоінокулянтами, внесення біодобрив, регуляторів та біостимуляторів росту, біофунгіцидів), можна відзначити, що підвищення урожайності агроценозів у сучасних умовах є найбільш проблемним питанням, а розв'язання його потребує запровадження адаптивних біологічних систем землеробства (Волкогон, 2015; Ретьман та ін., 2015).

Як показала вітчизняна і зарубіжна практика, альтернативою агрохімікатам можуть стати біопрепарати. Внесення їх у незначних дозах дає змогу не лише отримати прирости врожаїв, як порівняти з фоном, а й виростити продукцію високої якості (Думич, 2018).

Застосування біопрепаратів на полях з традиційною системою обробітку ґрунту дозволяє отримати приріст урожайності зернових культур у межах від 0,27 до 1,24 т/га, льону олійного — від 0,1 до 0,21 т/га (Кожушко, 2016).

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

Дослідження проводили в Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН на ячмені озимому сорту Дев'ятий вал за загальноприйнятими у фітопатології методиками впродовж 2021–2022 рр.

На полях лабораторії захисту рослин закладали 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 Xpro 225 EC, 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).

ISBN 978-617-7570-71-3

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).

Повторність досліду — чотиразова, облікова площа — 100 м^2 (25 м^2 × 4 м), загальна кількість варіантів — 8.

За роки досліджень розвиток борошнистої роси у фазі молочної стиглості становив: на контролі (абсолютному) — 11,5–14,5 %; на 4–8 варіантах, де посіви були оброблені біологічними препаратами, — в 1,5–2,0 рази менше.

На варіанті, де застосовували бактофіт (2,0 л/га) + триходермін СК (2,0 л/га) довжина колоса була на 0,7 см більша, ніж на контролі (абсолютному), а кількість зерен у колосі на — 9 шт., маса зерна на — 0,7 г.

Технічна ефективність використаних у дослідженнях препаратів проти борошнистої роси у фазі молочної стиглості в середньому за 2021–2022 рр. становила: бактофіт (2,0 л/га) — 52,0 %; триходермін СК (2,0 л/га) — 58,0 %; триходермін-93 (2,0 л/га) — 56,0 %; бактофіт (2,0 л/га) + триходермін СК (2,0 л/га) — 60,0 %; бактофіт (2,0 л/га) + триходермін-93 (2,0 л/га) — 55,0 %.

У подальшому продовжимо дослідження в цьому напрямі для більш детального вивчення зазначеного питання.

УДК 581.1:632.3:633.11

ЗАХИСТ РОСЛИН *TRITICUM AESTIVUM* L. ВІД ШКОДОЧИННОЇ ДІЇ ВІРУСУ СМУГАСТОЇ МОЗАЇКИ ПШЕНИЦІ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ШТУЧНИХ ЕЛІСИТОРІВ

М. М. Богдан, О. Г. Коваленко, Г. Б. Гуляєва

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України
вул. Академіка Заболотного, 154; м. Київ, 03143, Україна
e-mail: b_mi@ukr.net

Зернові культури займають найбільші посівні площі в Україні та світі і становлять базу аграрного виробництва. Вірусні хвороби становлять критичну загрозу для рослинництва, оскільки врятувати рослину після вірусного зараження практично неможливо. Вірулентність та агресивність вірусу призводить до стресу, втрати врожайності або повної загибелі рослин. Вірусна інфекція істотно змінює метаболізм рослин та знижує їхню фотосинтетичну активність. У зв'язку із вищезазначеним, боротьба з вірусними хворобами зернових культур потребує особливої уваги.

Для сучасної фітоімунології одним із перспективних підходів до захисту сільськогосподарських культур від шкодочинної дії вірусних інфекцій є розробка нових альтернативних методів, а саме індукція природної резистентності рослин за допомогою еліситорів захисних реакцій.

Тому метою нашої роботи було дослідження підвищення резистентності рослин *Triticum aestivum* L. до вірусу смугастої мозаїки пшениці (ВСМП, *Wheat streak mosaic virus*) шляхом стимуляції фітоімунної системи із застосуванням штучних еліситорів, а саме надмолекулярних комплексів (НМК).

У дослідженнях застосовували НМК різного складу на основі гліканів, гліколіпідів і тіосульфонатів, до складу яких входять: глюкан *Ganoderma adspersum* (Schulzer) Donk, рамноліпід

ISBN 978-617-7570-71-3

Pseudomonas sp. і метилтіосульфонат. З цих речовин утворювали супрамолекулярні структури типу ліпосом. Досліджено такі НМК: *G. adspersum* + рамноліпід *Pseudomonas* sp.; *G. adspersum* + метилтіосульфонат.

Показано зміни структурно-функціонального стану фотосинтетичного апарату (ФА) за допомогою методу індукції флуоресценції хлорофілу під впливом досліджуваних факторів. Визначено показники максимальної квантової ефективності ФС II (F_v/F_m) і K_{pl} (характеризує ефективність ланцюга транспортування електронів). Було виявлено зниження показника F_v/F_m за збільшення значення K_{pl} у заражених рослин, що свідчить про зниження ефективності фотофізичних процесів у ФА, а також ініціацію деградації фотохімічно активних комплексів ФС II. Водночас обробка насіння НМК сприяла збільшенню величини F_v/F_m майже до рівня здорових рослин зі зниженням значення K_{pl}, що свідчить про структурно-функціональну стабілізацію ФА під дією обробки НМК.

Показано, що обробка насіння НМК сприяла покращенню показників урожайності, зокрема зростанню кількості колосків та зерен у колосі, довжини головного колосу, маси 1000 зерен, що забезпечувало збільшення урожайності зерна пшениці, як порівняти з інфікованими рослинами.

Отже, застосування штучних еліситорів (НМК) для обробки *Triticum aestivum* L. захищає рослини від шкодочинної дії ВСМП, створюючи передумови поліпшення фотосинтетичної активності, що сприяє покращенню показників урожайності.

УДК 579.64:579.264

АНТИМІКРОБНА ДІЯ ШТАМУ *TRICHODERMA VIRIDE KMB-F-15*

Д. О. Бойко, А. В. Лесична, О. А. Дрегваль, Т. В. Скляр

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
просп. Гагаріна, 72; м. Дніпро, 49045, Україна
e-mail: dashenkaboyko01@gmail.com

Біологічне землеробство, спрямоване на екологічну стабілізацію агроекосистем, набуває все більшої популярності в світі. Використання засобів біоконтролю дозволяє отримувати якісну сільськогосподарську продукцію та не забруднює навколишнє середовище. Мікроміцети роду *Trichoderma* — найпоширеніші біологічні агенти, які на сьогоднішній день використовуються в сільському господарстві. Завдяки високій швидкості росту, синтезу комплексу хітинолітичних ферментів, вторинних метаболітів з антимікробною активністю штами *Trichoderma* здатні дуже ефективно проявляти антагоністичні властивості щодо фітопатогенів (Savchuk et al., 2022). Переважна більшість представників роду *Trichoderma* характеризуються антифунгальною активністю, проте деякі штами мають антибактеріальну дію (Курченко та ін., 2022). Тому виділення та дослідження штамів-антагоністів з широким спектром антимікробної активності є актуальним.

Метою нашої роботи було дослідити антимікробну дію штаму *Trichoderma viride* KMB-F-15 щодо збудників мікозів та бактеріозів культурних рослин. Як тест-культури використовували штами фітопатогенних бактерій *Pectobacterium carotovorum* УКМ В-1095^{T}, *Agrobacterium tumefaciens* УКМ В-1000, *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* УКМ В-1039 та штами фітопатогенних грибів *Fusarium culmorum* IMB-F-50716, *Alternaria alternata KMB-F-16*, *Aspergillus niger* KMB-F-25, *F. oxysporum* KMB-F-12 та *F. oxysporum* IMB-F-54201. Антагоністичну активність

ISBN 978-617-7570-71-3

досліджуваного штаму щодо фітопатогенних бактерій визначали методом дифузії в агар за діаметром зон пригнічення росту навколо блоків. Антагоністичний потенціал щодо фітопатогенних грибів оцінювали методом дуальної культури (Savchuk et al., 2022). Антифунгальну активність фільтрату культуральної рідини *T. viride* КМВ-F-15*,* отриманої глибинним вирощуванням, визначали методом дифузії в агар за зонами затримки росту тест-об'єктів навколо лунок (Ткаленко, 2018).

Встановлено високу антибактеріальну активність *T. viride* КМВ-F-15 щодо *P. syringae* pv. *lachrymans* УКМ В-1039 (зона пригнічення росту — 15,5 мм) та *A. tumefaciens* УКМ В-1000 (14,75 мм). Менш чутливим виявився *P. carotovorum* УКМ В-1095^{T} (12 мм).

Дослідження фунгістатичної активності *T. viride* КМВ-F-15 в дуальній культурі показало найвищий відсоток інгібування росту щодо *A. alternata* КМВ-F-16 (98,53 %) та *F. culmorum* ІМВ-F-50716 (94,42 %). Інгібування росту *F. oxysporum* ІМВ-F-54201 та *F. oxysporum* КМВ-F-12 становило 65,65 % та 46,1 % відповідно. Найменшу фунгістатичну активність *T. viride* КМВ-F-15 проявив щодо *A. niger* КМВ-F-25 (35,4 %). Також встановлено високу фунгістатичну активність фільтрату культуральної рідини досліджуваного штаму для *F. culmorum* ІМВ-F-50716 (діаметр зони затримки росту — 31,3 мм) та *A. niger* КМВ-F-25 (37,3 мм).

Підсумовуючи результати проведеної роботи, варто зазначити, що штам *T. viride* КМВ-F-15 можна розглядати як перспективний агент для розробки біопрепарату для захисту рослин від збудників хвороб різної етіології.

УДК 631.433.5:631.51.01

ВПЛИВ МОДЕЛЮВАННЯ НАФТОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ НА ЕМІСІЮ ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗУ З ҐРУНТУ

О. П. Волошенюк, Р. В. Акімова

ННЦ «Інститут ґрунтознавства
та агрохімії імені О. Н. Соколовського»
вул. Чайковська, 4; м. Харків, 61024, Україна
e-mail: syabryk86@gmail.com

На сьогодні нафту та нафтопродукти визнано пріоритетними забруднювачами навколишнього середовища. Відомо, що основними агентами очищення природних екосистем від нафтозабруднення є мікроорганізми. Нафта, завдяки високій адсорбуючий здатності ґрунту, тривалий час зберігається у ньому. У разі «залпових» викидів високих концентрацій нафти змінюються фізико-хімічні властивості ґрунту, виникають перші порушення у мікробних угрупованнях, пригнічуються мікробіологічні та біохімічні процеси, змінюється структура біоценозів, активність та спрямованість ґрунтотворних процесів, порушується водно-повітряний режим (Serrano, 2009). Тому вивчення впливу нафтового забруднення на комплекс ґрунтових мікроорганізмів, їх функціонування та активність, процеси деструкції нафти і відновлення родючості ґрунту дуже актуальні. Процес мікробіологічного руйнування нафтових вуглеводнів у ґрунті зводиться до утворення серії кисневмісних органічних сполук та, в підсумку, до окислення вихідних сполук до води і вуглекислого газу. Водночас кількість виділеного CO_2 характеризує процес повної мінералізації й максимальної утилізації вуглеводнів ґрунтовими мікроорганізмами (Sylva Traci et al., 2003). Отже, величина емісії CO_2 із забруднених нафтою ґрунтів є важливим показником інтенсивності процесів самоочищення, що у ньому відбуваються.

ISBN 978-617-7570-71-3

Моделювання забруднення ґрунту сирою нафтою проводили в умовах польового дрібноділянкового досліду на чорноземі опідзоленому. Дози склали 0,4; 1,6; 6,4 та 25,6 л/м^2. Контролем був чистий незабруднений ґрунт. Забруднення нафтою здійснювали після оранки та видалення рослинних решок з поверхні ґрунту. Дослідження проводили впродовж 2019–2023 рр. в умовах Лівобережного Лісостепу України у польовому дрібноділянковому досліді на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому на лесі. Інтенсивність ґрунтового дихання визначали методом нестаціонарних респіраційних камер за допомогою портативного засобу інструментального аналізу — газоаналізатора Testo 535 (Трофименко та ін., 2019).

Отримані результати свідчать, що інтенсивність дихання зростає у міру збільшення забрудненості ґрунту нафтою, сягаючи максимуму у варіантах із дозою нафти 6,4 л/м^2 та 25,6 л/м^2 (рис.).

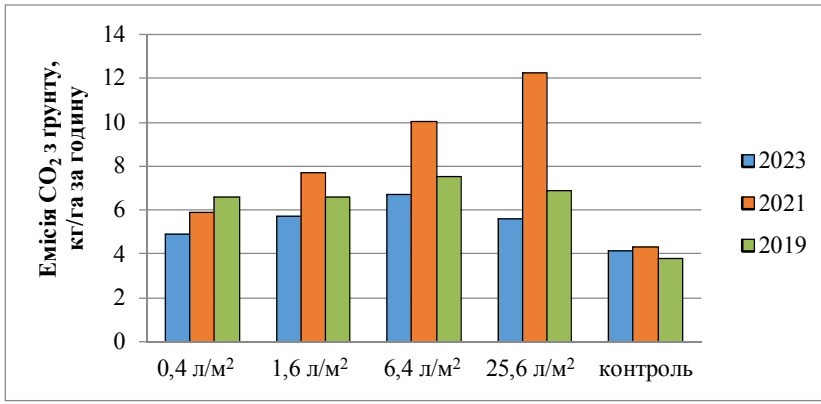


Рисунок. Емісія вуглекислого газу з ґрунту з різним ступенем нафтового забруднення (усереднена за вегетаційний період року).

Зниження емісії вуглекислого газу з ґрунту за доз нафти, які за Звягінцевим відповідають зоні гомеостазу (0,4 та 1,6 л/м^2), свідчить про пригнічення ґрунтової мікробіоти та сповільнений

перебіг процесів мінералізації. Підвищення дихальної активності, особливо істотне — у діапазоні забруднення 6,4–25,6 л/м^2, свідчить, по-перше, про бурхливий розвиток у ґрунті резистентних до нафти форм мікроорганізмів і, по-друге, про інтенсифікацію процесів її біорозкладання. Таке посилення виділення CO_2 свідчить також про розвиток та активну діяльності у ґрунті нафтоокислювальних мікроорганізмів (Chugunova et al., 2011). Оскільки вплив нафти на ґрунт проявляється ще й у звиканні мікроорганізмів до джерела забруднення, що призводить до поступового збільшення їх чисельності, ми закономірно спостерігаємо високі показники емісії CO_2 на варіантах, закладених у 2019 та 2021 роках. На противагу цьому, нафта, додатково налита в ґрунт за два місяці після початку досліду не спровокувала підвищення інтенсивності «ґрунтового дихання». За декілька років після надходження нафти у ґрунт її біологічний вплив на мікробні угруповання знизиться, що пов'язано як із випаровуванням та біодеградацією найбільш токсичних алканів, так і зі зміною структури самих мікробних спільнот.

UDC 579.64:632.4:633.11

INTENSITY OF SPORULATION OF PHYTOPATHOGENS ON OAT PLANTS

L. Havryliuk, I. Beznosko

The Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS
12 Metrological str.; Kyiv, 03143, Ukraine
e-mail: gavrilukliliа410@gmail.com

The formation of the phytopathogenic microbiome as a factor in the biological contamination of oat agrocenoses is an important research task, the solution of which will make it possible to create ecologically balanced agroecosystems. This will increase their ability to

self-regulate the population of micromycetes in order to obtain high-quality and safe oat raw materials (Ternovy et al., 2018; Mostovyak et al., 2018; O'Brien, 2017). Therefore, the purpose of the research was to conduct an ecological assessment of the formation of micromycete populations in the oat leaf microbiome under different cultivation technologies.

In the course of laboratory studies, it was found that with traditional growing technology, the spectrum of micromycetes in the leaf microbiome of oats of various varieties was characterized by high sporulation, especially in the earing phase, which ranged from 1.1 to 7.2 million units/ml. Therefore, micromycetes of the genera *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., Drechslera spp. were characterized by the highest intensity of sporulation in the leaf microbiome of oats of the Parliamentsky variety, which ranged from 6.3 to 7.2 million units/ml. At the same time, the indicator of the Tembre variety was 2 times lower. This testifies to the role of the variety as a biotic factor in the regulation of phytopathogenic micromycetes in the microbiome of the vegetative organs of plants.

Under the influence of organic technology of growing plants, micromycetes of the genera *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., *Drechslera* spp., which ranged from 1.8 to 2.1 million units/ml, were characterized by a high intensity of sporulation in the leaf microbiome of oats of the Parliamentsky variety. This is 1.5 times lower compared to the traditional technology of growing plants. At the same time, in the leaf microbiome of the Tembre variety, the intensity of sporulation of micromycetes, in the earing phase, ranged from 0.6 to 1.7 million units/ml. This gives reason to believe that oat plants of different breeding origins are able to significantly influence the intensity of sporulation of dominant micromycetes. In the leaf microbiome of oats of the Tembre variety, antagonistic fungi of the genus *Trichoderma* spp. were characterized by a high intensity of sporulation, which amounted to 3.9 million units/ml. These micromycetes are able to quickly spread and occupy the entire habitat, displacing other pathogens. Researching the intensity of sporulation of micromycetes in oat

agrocenoses under the influence of different cultivation technologies, it was found that not all dominant micromycetes intensively sporulated, which is due to varietal characteristics of plants. It should be noted that the diversity of micromycete species was significantly higher under organic cultivation technology than under traditional cultivation. At the same time, the frequency of occurrence and intensity of sporulation of micromycetes under the conditions of organic technology significantly decreased (2–3.5 times) compared to traditional technology. This shows that crop cultivation technologies are one of the influencing factors on the formation of populations in the agrocenoses of cereal grain crops.

Therefore, the evaluation of the formation of micromycete populations in the leaf microbiome of studied oat varieties by such indicators as the frequency of occurrence of species and their intensity of sporulation under conditions of different cultivation technologies is an important ecological criterion. This will allow characterizing the variety as a factor in regulating the number of phytopathogenic micromycetes in oat agrocenoses.

УДК 631.582:631.51.021:631.586 (477.72)

ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОЛОГІЧНОГО ЗАХИСТУ АГРОЦЕНОЗУ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ВІД ХВОРОБ В ОРГАНІЧНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ

А. М. Коваленко, О. А. Коваленко, М. О. Петухов

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
вул. Маяцька дорога, 24; смт Хлібодарське, Одеський р-н, Одеська обл., 67667, Україна
e-mail: knysvladimir234@gmail.com

Україна має великий потенціал для виробництва органічної сільськогосподарської продукції та її реалізації шляхом експор-

ту, а також у середньостроковій перспективі для її постачання на внутрішній ринок. Водночас органічне сільське господарство сприятиме розв'язанню низки актуальних проблем, які існують в аграрному виробництві країни.

Розв'язання окремих питань ведення органічного землеробства — пошуку ефективних біологічних мікробних препаратів для покращення живлення рослин та їх захисту від шкідливих організмів — ми провели у 2021–2023 рр. на дослідних полях Інституту зрошуваного землеробства НААН (з 2023 року — Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН). У досліді вивчали такі варіанти:

1. Препарати інституту «Біотехніка» та Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва.

2. Препарати ТОВ «БТУ-центр».

3. Препарати ТОВ «Органік синтез».

4. Традиційна технологія із застосуванням хімічних препаратів.

За посушливих умов унаслідок високих температур повітря та низької його відносної вологості не спостерігалося значного поширення хвороб. Проте листя пшениці озимої тією чи іншою мірою уражалось септоріозом (*Septoria tritici* Desm), бурою (*Puccinia recondita West*) та жовтою іржею (*Puccinia striiformis West)*.

Захворювання септоріозом проявлялося на листках, стеблах і колосі. На листках утворювалися світло-зелені плями, які згодом ставали коричневими, схожими на опіки мінеральними добривами. Збудник септоріозу на листках пшениці озимої свого розвитку і поширення набув, починаючи з фази кущення. У цей період ураження рослин хворобою у сухий 2023 рік практично не залежало від застосування різних біологічних препаратів фунгіцидної дії і становило на посівах пшениці озимої м'якої 5,1–6,0 % і дещо менше на посівах пшениці озимої твердої — 3,8–4,2 %.

На час виходу рослин пшениці м'якої у трубку інтенсивність ураження верхніх трьох листків септоріозом за умов застосу-

вання біологічних фунгіцидів зросла у 6,2–6,7 раза, а пшениці твердої — у 5,0–7,1 раза, тоді як за хімічного захисту у 2,9 та 4,5 раза відповідно. Без застосування жодних препаратів захисту рослин від хвороб ураження рослин септоріозом зросло за цей час у 8,2 і 7,3 раза відповідно.

У подальшому інтенсивність ураження рослин пшениці озимої м'якої септоріозом до фази цвітіння не збільшувалась і була у межах 27,6–34,1 % за застосування біологічних препаратів, а пшениці озимої твердої — 20,5–26,8 %. У цей період інтенсивність ураження пшениці озимої м'якої хворобою за хімічного захисту була в 1,8–2,3 раза меншою, ніж за застосування біологічних фунгіцидів, а пшениці озимої твердої — у 1,2–1,6 раза меншою.

Ураження пшениці озимої м'якої септоріозом на початку весняної вегетації в середньому за три роки практично не залежало від системи захисту. Але вже до фази трубкування ураження рослин цією хворобою за застосування біологічних препаратів було у 2,2–2,4 раза вищим, ніж за хімічного захисту. Дія всіх біологічних препаратів була на однаковому рівні. У фазу молочної стиглості зерна ураження за застосування препаратів ТОВ «Органік синтез» було на 36–37,6 % вищим, ніж за обробки посівів іншими біологічними препаратами.

Технічна ефективність застосування препаратів Інституту «Біотехніка» та ІСМАВ і ТОВ «БТУ-центр» для захисту рослин пшениці озимої від ураження септоріозом на початку весняної вегетації в середньому за три роки була на 50,5 % вищою, ніж за обробки препаратами ТОВ «Органік синтез». У фазу трубкування після першого застосування препаратів захисту їхня ефективність дещо вирівнялась, але в подальшому перші два препарати на 42,8–69,3 % перевищували ефективність препаратів ТОВ «Органік синтез». До фази наливу зерна ця тенденція збереглася, хоча різниця між ними зменшилася. Застосування хімічних фунгіцидів наприкінці кущіння істотно підвищило їхню

ISBN 978-617-7570-71-3

технічну ефективність до 73,2 %. У подальшому їхня дія дещо знизилася, але залишалась високою — на рівні 65,0–65,4 %.

УДК 577.151.54:577.152.3

β-1,3-ГЛЮКОЗИДАЗНА ТА β-1,4-ГЛЮКАНАЗНА АКТИВНОСТІ *TRICHODERMA VIRIDE* 7А ЗА РОСТУ НА БІОМАСІ *LAMINARIA DIGITATA*

А. О. Матвієнко[1,2], С. О. Сирчін[2]

[1]ННЦ «Інститут біології та медицини» Київського національного університету імені Тараса Шевченка
просп. Академіка Глушкова, 2; м. Київ, 03022, Україна

[2]Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України
вул. Академіка Заболотного, 154; м. Київ, 03143, Україна

e-mail: nastiamatvienko2@gmail.com

Інтерес до вивчення грибів роду *Trichoderma* базується, зокрема, на їхній здатності діяти як біологічні засоби контролю та проявляти антагоністичні ефекти проти широкого спектру фітопатогенних грибів. Необхідність пошуку нових мікопаразитичних штамів *Trichoderma*, виділених з регіональних ґрунтів, зумовлено тим, що зі збільшенням імпорту іноземних комерційних продуктів біоконтролю зростає загроза порушення різноманіття місцевого мікробіоценозу. Раніше ми провели скринінг більш ніж 100 штамів грибів роду *Trichoderma*, виділених в Україні, на антагоністичну активність проти низки фітопатогенів (Савчук, 2022; Курченко, 2022). Високу активність проявляв аскоміцет *T. viride* 7А, визначений у відділі фізіології і систематики мікроміцетів і депонований в Депозитарії ІМВ НАНУ за номером

IMB F-100162. Метою наших досліджень було вивчити можливість використання сухої біомаси бурих водоростей як дешевого субстрату для синтезу ферментів, важливих для біоконтрольного потенціалу *T. viride* 7A.

Серед факторів, що забезпечують корисну біологічну активність *Trichoderma* spp., важливу роль відіграють ферменти глікозилгідролази, які здатні розщеплювати елементи клітинної стінки патогенних грибів. β-1,3-глюканази (КФ 3.2.1.39) гідролізують лінійний полісахарид глюкози з β(1→3)-, β(1→6)-зв'язками, подібний до ламінарину. β-глюкозидази (КФ 3.2.1.21) гідролізують β(1→4)-зв'язки глікозидів і олігосахаридів. Встановлено, що β-1,3-глюканази разом з хітиназами безпосередньо пригнічують ріст патогена, а β-глюкозидази активують захисну систему рослин. Зазвичай фітогормони та сполуки системи захисту накопичуються у рослинах у вигляді глюкозил кон'югатів, зокрема гіббереловоі кислоти, абсцизової кислоти, цитокінінів, ауксинів, похідних жасмонової кислоти, ціаногенних глікозидів, авенакозидів та ін. β-глюкозидази гідролізують кон'югати і активують біологічну активність цих метаболітів, підвищуючи у такий спосіб системну резистентність рослин (Morant & Jørgensen, 2008; Zin & Badaluddin, 2020; Woo & Hermosa, 2023).

Проблема дослідження синтезу комплексу індуцибельних ферментів з різною субстратною специфічністю полягає в необхідності використання різних індукторів для кожної активності. У цьому разі за росту на складних природних субстратах гриб буде ефективно забезпечувати комплементарні ферментативні активності.

Штам вирощували на картопляно-декстрозному агарі (PDA) протягом 10–14 діб за 26 ± 2 °C. Суспензію конідій (1×10^6 к./мл) в кількості 5 % вносили в рідке мінеральне середовище з 2,5 % сухої біомаси *Laminaria digitata* і культивували за стаціонарних умов протягом тижня. Міцелій видаляли шляхом фільтрації, отримані культуральні фільтрати в подальшому використовували для визначення ферментативних активностей.

ISBN 978-617-7570-71-3

Активність β-1,3-глюканази визначали методом з 3,5-динітросаліциловою кислотою (DNS, Sigma, USA) за кількістю цукрів, що утворилися під час гідролізу ламінарину з *L. digitata* (Sigma). Активність β-глюкозидази визначали як вказано раніше (Syrchin, 2023), за гідролізом 4-нітрофеніл-β-D-глюкопіранозиду (Sigma).

У підсумку досліджень встановлено, що за цих умов експерименту активність β-1,3-глюканази складала 36,2 ± 1,5, а β-глюкозидази — 20,5 ± 1,2 од./мл КФ. Отже, за росту на мінеральному середовищі з 2,5 % сухої біомаси *L. digitata* як єдиному джерелі Карбону, *T. viride* 7A продукує β-1,3-глюканазу і β-глюкозидазу з високою активністю, що вказує на перспективи подальших досліджень цього гриба для створення комплексних препаратів захисту рослин з різними видами біологічної активності.

УДК 631.5:633.88

ВПЛИВ ОБРОБКИ БІОЛОГІЧНИМ ФУНГІЦИДОМ ФІТОЦИД НА АЛЬТЕРНАРІОЗ НАГІДОК ЛІКАРСЬКИХ (*CALENDULA OFFICINALIS*)

Ю. О. Миронова, **О. В. Башта**

Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15; м. Київ, 03041, Україна
e-mail: ylia14myronova@ukr.net

Нагідки лікарські є однією з найбільш цінних лікарських культур в Україні, адже є сировиною для фармацевтичної, харчової та парфумерно-косметичної промисловості.

Суттєво ускладнюють їх вирощування хвороби, оскільки вони впливають як на кількісні, так і на якісні показники продукції. Однією з найпоширеніших і небезпечних хвороб нагідок

лікарських є альтернаріоз. Хвороба призводить до зниження врожаю через пліснявіння насіння, зменшення фотосинтетичної поверхні листя і забруднення сировини мікотоксинами.

Питання ефективності та екологічної доцільності використання біологічних препаратів для підвищення стійкості нагідок лікарських до хвороб, а отже, підвищення кількості та якості сировини за їх промислового вирощування є недостатньо вивченим.

Збудниками альтернаріозу нагідок є гриби *Alternaria zinnia* і *Alternaria calendulae* (Марченко, 2015).

За ураження нагідок *A. calendulae* на листках спочатку з'являються округлі коричневі плями 0,5 см і більше, які згодом зливаються. З часом плями стають великими, бурими, нерівномірними.

За ураження нагідок *A. zinniae* плями на листі оливково-сірі, часто з вузькою темно-пурпуровою облямівкою, неправильної форми, розпливчасті, часто зливаються і охоплюють значну частину стебла. На ураженому листі згодом утворюється темно-бурий бархатистий наліт. На квітах можуть утворюватися оливково-сірі розпливчасті плями з темно-бурим бархатистим нальотом (Сірік, 2017).

Спостереження за поширеністю та розвитком альтернаріозу на нагідках лікарських було проведено в умовах наукової лабораторії «Демонстраційне колекційне поле сільськогосподарських культур» кафедри рослинництва НУБіП України в період 2021–2023 рр.

Дослідження ефективності застосування біофунгіциду Фітоцид проводили на сорті Радіо.

Фітоцид містить живі клітини та спори бактерії *Bacillus subtilis*, яка завдяки своїй здатності синтезувати антибіотичні сполуки, ферменти, амінокислоти та фітогормони не тільки захищає рослини від широкого спектру збудників хвороб, а й стимулює їхній ріст та розвиток.

ISBN 978-617-7570-71-3

Під час обліків альтернаріозу оцінювали такі показники: кількість уражених рослин — у відсотках; ступінь ураження — у балах візуально. У проведенні досліджень використано загальноприйняті методики у лікарському рослинництві. Загальний розмір ділянок — 25 м^2 за чотириразового повторення.

За результатами дослідження біологічний фунгіцид Фітоцид за застосування в нормі 1,5 л/га під час вегетації нагідок лікарських впливав на зменшення поширеності та розвитку альтернаріозу нагідок лікарських. Поширеність альтернаріозу на контрольному варіанті в середньому становила 81,9 %, за розвитку — 24,5 % (табл.).

Таблиця. ***Максимальна ураженість нагідок лікарських хворобами за застосування біологічних препаратів,*** *%*

Варіанти досліду	Поширення хвороби, %				Розвиток хвороби, %			
	2021 р.	2022 р.	2023 р.	серед-нє, %	2021 р.	2022 р.	2023 р.	серед-нє, %
Контроль (вода)	88,4	86,1	71,1	81,9	17,7	34,4	21,3	24,5
Фітоцид, 1,5 л/га	34,8	30,5	34,9	33,4	7,0	12,2	7,1	8,7

На варіанті, де застосовували біофунгіцид Фітоцид, поширеність альтернаріозу в середньому становила 33,4 %, за розвитку — 8,7 %.

УДК 632.937

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ МІЖ МІКРООРГАНІЗМАМИ РІЗНИХ ТАКСОНОМІЧНИХ ГРУП У СТВОРЕННІ КОМПЛЕКСНИХ ПРЕПАРАТІВ ІНСЕКТО-ФУНГІЦИДНОЇ ДІЇ

Н. В. Пиляк, Л. Л. Лобан

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

Останнім часом особливого значення набувають дослідження, спрямовані на створення комплексних біопрепаратів з урахуванням механізмів корисної дії мікроорганізмів, які входять до препаративних асоціацій. Застосування комплексних засобів забезпечує фітосанітарне благополуччя, запобігає надзвичайним ситуаціям у рослинницькій галузі, знижує втрати сільськогосподарської продукції, підвищує її якість, економить час та грошові ресурси, а також знижує забруднення довкілля шкідливими хімічними пестицидами (Бельченко та ін., 2022).

Застосування представників мікроорганізмів з різним таксономічним статусом як основи комплексних біопрепаратів передбачає спільне культивування штамів різних видів, що потребує додаткових досліджень щодо їхньої біотехнологічної сумісності. Крім того, різні таксономічні групи мікроорганізмів мають різні трофічні уподобання й потребують не лише різних джерел живлення, а й створення відповідних умов культивування.

Тому для формування ефективних і стійких мікробних асоціацій для створення комплексного препарату з інсекто-фунгіцидними властивостями проведено серію досліджень з мікроорганізмами, відібраними для створення препаративного комплексу. В результаті скринінгу з колекції Інженерно-технологічного інституту «Біотехніка» НААН України відібрано для досліджень

ISBN 978-617-7570-71-3

мікроорганізми, які володіють антагоністичними властивостями, а також такі, що характеризуються ентомоцидною дією.

Всі біотехнологічні об'єкти, з якими проводяться дослідження, зберігаються в колекції ІТІ «Біотехніка» НААН в генетично стабільному стані від п'яти до двадцяти років і застосовуються для виробництва біопрепаратів фунгіцидної та інсектицидної дії.

Дослідження проводили з використанням традиційних методів, які застосовуються у мікробіології та біотехнологіях у створенні нових біозасобів (Мельничук та ін., 2014; Волкогон та ін., 2010).

Отже, спираючись на проведені дослідження взаємодії між штамами мікроорганізмів, було визначено взаємотолерантні штами мікроорганізмів для подальших досліджень у створенні комплексних біопрепаратів інсекто-фунгіцидної дії.

УДК 661.491:632.937(075.8)

ГІДРОГЕН ПЕРОКСИД У СИСТЕМІ БІОЛОГІЧНОГО ЗАХИСТУ РОСЛИН: ПЕРЕВАГИ ТА ОСОБЛИВОСТІ

М. Ю. Різак, С. О. Лавренко

Херсонський державний аграрно-економічний університет
вул. Стрітенська, 23; м. Херсон, 73006, Україна
e-mail: rizak.m.ua@gmail.com

У сучасному сільському господарстві однією з найактуальніших проблем є забезпечення стійкості рослин до шкідників та хвороб. Посівний матеріал, з якого починається вирощування будь-якої культури, є основою урожаю та визначає його подальший успіх. Тому біологічний захист рослин та підвищення якості насіння стали одними з пріоритетних напрямів досліджень у сільському господарстві.

У цьому контексті науковці та аграрії шукають нові способи покращення якості та стійкості насіння рослин. Одним із перспективних напрямів є використання гідроген пероксиду, який, з одного боку, може слугувати як протруювач, а з іншого — стимулювати ріст та розвиток рослин.

На кафедрі землеробства Херсонського державного аграрно-економічного університету було проведено дослідження щодо використання гідроген пероксиду в системі захисту рослин і в покращенні якості насіння сільськогосподарських культур. До схеми досліджень входило визначення впливу різних концентрацій та тривалості дії гідроген пероксиду на патогенні мікроорганізми на поверхні насіння.

Дослідження проводили за підтримання температури в межах 20 °С. Використовували перекис водню з початковою концентрацією 3 %. До схеми досліджень було включено сім варіантів концентрації розчину (%): 100, 75, 50, 25, 15, 5, 1; та чотири варіанти експозиції: 30 хвилин, 1 година, 3 години, 6 годин. Насіння сільськогосподарських культур згідно зі схемою досліджень було витримано в різних розчинах перекису водню з подальшим спостереженням за ростом і розвитком рослин, появою та видовим складом хвороб (різної природи походження). Спостереження проводили протягом трьох тижнів. Встановлено, що гідроген пероксид сприяв покращенню природної резистентності рослин до патогенних мікроорганізмів і прискорив швидкість проростання та відсоток сходження проти контролю. Проте ефективність гідроген пероксиду залежала від концентрації та тривалості дії розчину на насіння. Виявлено, що використання більш концентрованих розчинів та довшого часу дії гідроген пероксиду може мінімізувати прояви хвороб та розвиток патогенних мікроорганізмів.

Проведені дослідження підтверджують можливість використання гідроген пероксиду у сільському господарстві як протруювача та стимулятора росту. Тому враховуючи його екологічну природу та можливість використання як стимулятора росту,

ISBN 978-617-7570-71-3

робимо висновок, що гідроген пероксид може стати цінним інструментом для підвищення продуктивності та стійкості сільськогосподарських культур у боротьбі з хворобами та шкідниками.

УДК 632.937

ВПЛИВ *BACILLUS SUBTILIS* УКМ В-5175 НА ЗАХИСТ КВАСОЛІ СОРТУ РОСЬ ВІД НЕГАТИВНОЇ ДІЇ ФІТОПАТОГЕНУ *XANTOMONAS AXONOPODIS* PV. *PHASEOLI* 9075 ЗА ВИРОЩУВАННЯ В ТЕПЛИЧНИХ УМОВАХ

А. О. Рой, Т. Т. Гнатюк, Н. В. Житкевич

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України
вул. Академіка Заболотного, 154; м. Київ, 03143, Україна
e-mail: allroy@ukr.net

Xanthomonas axonopodis pv. *phaseoli* — високовірулентний збудник бурої плямистості квасолі, що належить до найбільш поширених і агресивних фітопатогенних бактерій. Бура плямистість може інфікувати й інші рослини зернобобових. Патоген уражує як насіння, так і рослини, що вегетують. Ці бактерії практично нечутливі до пестицидів хімічного походження, тому альтернативою їм є препарати біологічного походження, зокрема бактерії-антагоністи.

У дослідженнях використано колекційний штам *X. axonopodis* pv. *phaseoli* штам УКМ В-5175 = ІМВ В-9075. Як антагоніст використано штам *Bacillus subtilis* УКМ В-5175. Дослід проводили з насінням квасолі сорту «Рось 2018» за вирощування в умовах теплиці. Схема досліду:

1. Контроль — 20 шт. насінин + 10 мл водогінної води.

2. 20 шт. насінин + 10 мл суспензії клітин *X. axonopodis* pv. *phaseoli* 9075 $(8{,}3 \pm 0{,}5)\cdot 10^8$ кл./мл.

3. 20 шт. насінин + 10 мл суспензії клітин *B. subtilis* УКМ В-5175 $(2,7 \pm 0,1) \cdot 10^8$ кл./мл, яку одержували після 48 год. росту культури в середовищі з глюкозою та гліцерофосфатом натрію. Суспензію клітин бацили розводили фізіологічним розчином у співвідношенні 1:10.

4. 20 шт. насінин + 5 мл *X. axonopodis* pv. *phaseoli* 9075 $(8,3 \pm 0,5) \cdot 10^8$ кл./мл + 5 мл *B. subtilis* УКМ В-5175 $(2,7 \pm 0,1) \times \times 10^8$ кл./мл.

Обробку насіння проводили протягом 1,5 години за кімнатної температури. Повторність варіантів трикратна. Визначали схожість рослин квасолі на стадії двох листків та довжину паростків на стадії чотирьох листків.

Результати свідчать, що показник схожості насіння квасолі був найбільшим (121,9 %) у варіанті з обробкою насіння суспензією клітин *B. subtilis* УКМ В-5175. Тоді як за інокуляції насіння клітинами фітопатогену цей показник становив 103,0 %. Обробка сумішшю цих бактерій сприяла підвищенню схожості на 10 % проти контролю. Отже, присутність бацили в суміші з фітопатогеном нівелює його шкідливу дію на рослину.

Таблиця. ***Схожість насіння квасолі сорту Рось на стадії двох листків***

Варіанти досліду	Схожість, шт.	Схожість щодо контролю, %
Контроль	16,0 ± 4,2	100,0
X. axonopodis pv. *phaseoli* 9075	16,8 ± 2,1	103,1
B. subtilis УКМ В-5175	19,5 ± 0,5	121,9
B. subtilis УКМ В-5175 + *X. axonopodis* pv. *phaseoli* 9075	17,0 ± 1,4	110,0

Обробка насіння квасолі суспензією клітин *B. subtilis* УКМ В-5175 сприяла кращому розвитку паростків на стадії чотирьох листків. Одержані результати свідчать, що після обробки насіння

ISBN 978-617-7570-71-3

суспензією клітин бацили розвиток паростків проходив краще, як порівняти з контролем та обробкою насіння лише суспензією фітопатогену. Позитивний ефект спостерігали і за інокуляції насіння сумішшю клітин бацили та фітопатогену. Так, довжина паростків була на 46,8 % більшою, ніж у контролі. Тобто обробка насіння квасолі сорту Рось суспензією клітин *B.subtilis* сприяла покращенню розвитку паростків навіть за наявності у суміші фітопатогену *X. axonopodis* pv. *phaseoli*.

Отже, використаний у дослідженнях штам *B. subtilis* УКМ В-5175 може стати основою для створення засобу обмеження поширення високоагресивного збудника бурої плямистості квасолі та інших зернобобових.

УДК 582.288-11+577.18

АНТИФУНГАЛЬНА АКТИВНІСТЬ ВОЛАТИЛЬНИХ МЕТАБОЛІТІВ ШТАМІВ *TRICHODERMA* SPP. ЩОДО ФІТОПАТОГЕНІВ *ALTERNARIA ALTERNATA* ТА *NECTRIA INVENTA*

К. С. Сазонова[1,2], Я. І. Савчук[1]

[1]Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України
вул. Академіка Заболотного, 154; м. Київ, 03143, Україна

[2]ННЦ «Інститут біології та медицини» Київського національного університету імені Тараса Шевченка
просп. Академіка Глушкова, 2; м. Київ, 03022, Україна

e-mail: sazkarina7@gmail.com

Штами мікроміцетів роду *Trichoderma* відомі як продуценти широкого спектру ферментів, речовин з фітогормональною активністю, здатних стимулювати ріст і розвиток сільськогосподар-

ських/декоративних рослин, і як штами-антагоністи фітопатогенних мікроміцетів і бактерій. Завдяки цьому представники *Trichoderma* повсюдно знайшли своє використання у промисловості. Треба наголосити, що за останній час значно зріс інтерес дослідників до антагоністичних активностей *Trichoderma* spp. Представники роду *Trichoderma* характеризуються високим ступенем прямого антагонізму, який проявляється у синтезі ними біологічно активних речовин з антибіотичною активністю, здатних стримувати ріст фітопатогена (Savchuk, 2022). Водночас штами *Trichoderma* spp. здатні до мікопаразитизму та синтезу ними комплексів гідролаз (хітиназ, протеаз), які лізують клітинні стінки фітопатогенів. Проте деякі вчені припускають, що основним механізмом високої антагоністичної активності штамів *Trichoderma* є синтез низькомолекулярних вторинних метаболітів. Зокрема, тільки з представників роду *Trichoderma* виділено й ідентифіковано більше ніж 1 тисячу речовин. Загалом відзначають, що на сьогодні відомо понад 180 сполук з антибіотичною активністю, що продукуються представниками *Trichoderma*.

Серед цієї когорти біологічно активних вторинних метаболітів вагому частку становлять речовини, що належать до групи волатильних (летких) метаболітів. До цієї групи входять низькомолекулярні метаболіти: прості ароматичні сполуки, леткі терпени, сполуки групи ізоціанідів та велика група неполярних метаболітів. У ґрунті ці волатильні сполуки здатні до дифузії, у такий спосіб контактуючи з фітопатогенами, які там містяться. З огляду на викладене, треба оцінити внесок волатильних метаболітів у загальну антагоністичну активність штамів *Trichoderma.*

Дослідження проводили за методикою, описаною Meena M. et al., (2017), трохи модифікувавши її — верхню та нижню чашки Петрі замінили на двосекційну.

Наші дослідження показали (рис.), що більш чутливим до дії волатильних метаболітів тріходерм є фітопатоген *Nectria inventa.* Так, штами *T. pseudokönigii* 2926, *Trichoderma* sp. 3109 та *T. harzianum* 3113 сповільнювали ріст цього фітопатогена на 30 %.

ISBN 978-617-7570-71-3

Менш активним виявився штам *T. köningii* 2768, який інгібував ріст *N. inventa* на 10 %. Найактивнішим серед досліджуваних штамів *Trichoderma* щодо цього фітопатогена був штам *T. harzianum* 2924, він пригнічував ріст тест-гриба на 40 %. Менш активними досліджувані штами *Trichoderma* виявилися щодо *Alternaria alternata.* Так, штами 2768 та 3113 пригнічували ріст фітопатогена на 5 %. Штам 2926 сповільнював ріст тест-культури *A. alternata* на 10 %. Водночас штам 2924 був більш активним та інгібував ріст фітопатогена на 15 %. Найактивнішим серед досліджуваних тріходерм виявився штам 3109, який інгібував ріст фітопатогена на 20 %.

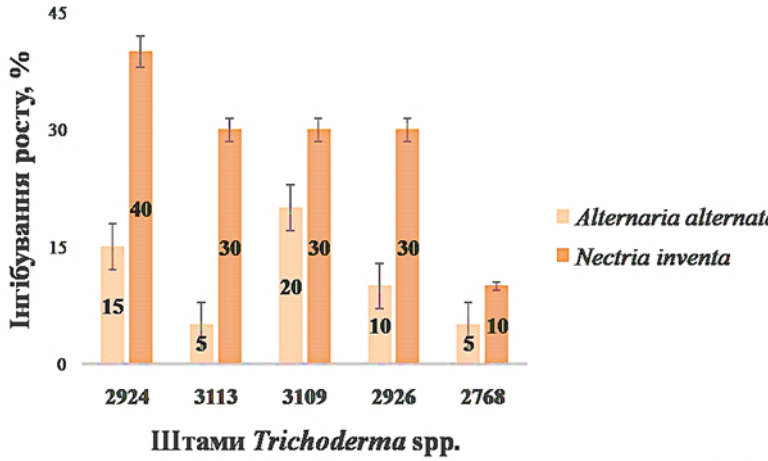


Рис. Антифунгальна активність волатильних метаболітів штамів Trichoderma spp. щодо фітопатогенів.

Отже, ми встановили, що досліджувані нами штами *Trichoderma* здатні до синтезу волатильних метаболітів з антифунгальною активністю щодо фітопатогенів. Порівняння отриманих нами даних з даними авторів (Meena et al., 2017) засвідчують, що внесок волатильних метаболітів у загальний рівень антифунгальної активності тріходерм може бути вагомим.

УДК 582.288-11+577.18

ОЦІНКА ПОТЕНЦІАЛУ АНТИБІОТИЧНОЇ АКТИВНОСТІ ЕКЗОМЕТАБОЛІТІВ МІКРОМІЦЕТІВ РОДУ *TRICHODERMA* ЩОДО ФІТОПАТОГЕННИХ БАКТЕРІЙ

К. С. Сазонова[1,2], Я. І. Савчук[1]

[1]Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України
вул. Академіка Заболотного, 154; м. Київ, 03143, Україна

[2] ННЦ «Інститут біології та медицини» Київського національного університету імені Тараса Шевченка
просп. Академіка Глушкова, 2; м. Київ, 03022, Україна

e-mail: sazkarina7@gmail.com

Представники роду *Trichoderma* характеризуються високими антагоністичними властивостями щодо фітопатогенних мікроміцетів та бактерій, що частково зумовлено біосинтезом низькомолекулярних екзометаболітів з антибіотичною активністю (Marra et al., 2019). З огляду на це, штами *Trichoderma* ефективно використовуються для біоконтролю фітопатогенів. Раніше було представлені результати антибіотичної активності представників роду *Trichoderma* на дуальних культурах (Kurchenko et al., 2022), які засвідчили значний антибактеріальний потенціал досліджуваних штамів. Отже, актуальним є продовження досліджень активності цих штамів вже на рівні хлороформних екстрактів.

Антибактеріальну активність екстрактів штамів *Trichoderma* визначали за допомогою загальноприийнятого методу дисків на агарі (Білай, 1982). Об'єктами дослідження були фітопатогенні бактерії *Pseudomonas syringae* UCM B-1027^{T}, *Pseudomonas fluorescens* 8573, *Pectobacterium carotovorum* UCM B-1095^{T}, *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* UCM B-1049, *Clavibacter michi*

ISBN 978-617-7570-71-3

ganensis subsp. *michiganensis* 10_2, *Agrobacterium tumefaciens* UCM B-1000.

Дослідження активності хлороформних екстрактів із штамів, що належать до роду *Trichoderma* щодо шести тест-культур фітопатогенних бактерій показали, що 75 % екстрактів проявляють антибактеріальну дію. За ступенем антибактеріальної активності весь загал досліджуваних штамів роду *Trichoderma* було розподілено на п'ять груп (рис.).

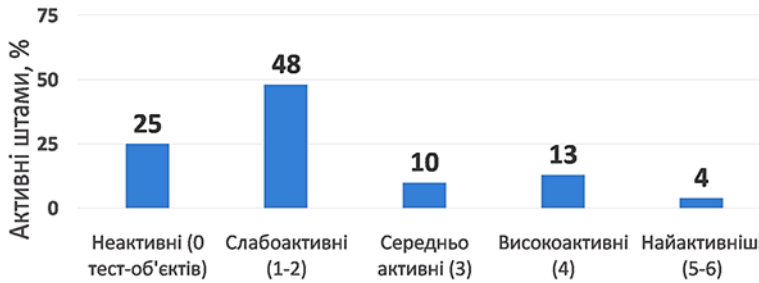


Рис. Розподіл штамів роду Trichoderma за активністю до бактеріальних патогенів.

Так, найбільш чисельною групою (48 %), виявились штами, які проявляли активність щодо однієї або двох тест-культур фітопатогенних бактерій. Рівно чверть усіх досліджених штамів роду *Trichoderma* не проявляли жодної антибактеріальної активності щодо досліджуваних фітопатогенів. Попри це, варто визнати, що антибактеріальний потенціал екзометаболітів видів *Trichoderma* є високим і не поступається відомим продуцентам речовин з антибактеріальною дією: представникам родів *Penicillium* та *Aspergillus* (Savchuk et al., 2013; Tsyganenko et al., 2004).

Менш чисельною (10 %) когортою штамів виявилися представники роду *Trichoderma*, які були віднесені до групи «середньо активні», вони проявляли антибактеріальну дію щодо трьох штамів фітопатогенних тест-бактерій. До групи високоактивних штамів (13 %), які були активними щодо чотирьох тест-культур фітопатогенів, входили *T. köningii* 2768, *T. harzianum* F-60,

Trichoderma sp. 3103, *T. viride* 906 та *T. viride* № 7А. Серед всього загалу досліджуваних штамів найактивнішими виявилися *T. harzianum* 3113 та *T. hamatum* 3078. Екстракти цих штамів проявляли активність щодо п'яти тест-культур фітопатогенних бактерій.

Найбільш чутливим до дії екзометаболітів тріходерм виявився фітопатоген *Agrobacterium tumefaciens*. Антибактеріальну активність щодо цього фітопатогена проявляли 42 % досліджуваних штамів роду *Trichoderma*. Менш активними (по 35 % штамів) вони були до *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* та *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. Щодо *Pseudomonas syringae* активними були лише 13 % штамів роду *Trichoderma.*

Отже, наші дослідження засвідчили, що представники роду *Trichoderma* мають потенціал для синтезу метаболітів з антибіотичною активністю щодо фітопатогенних бактерій і найактивніші серед цих штамів можуть у подальшому розглядатись як перспективні для створення біопрепаратів.

УДК 547.1

МІКРОБІОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БІОПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙ НА ОСНОВІ КРОХМАЛЮ ТА Na-КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЮЛОЗИ 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: chemistry.alyona@gmail.com

У зв'язку із посиленням екологічних вимог біополімери успішно конкурують з традиційними полімерами, замінюючи їх.

Актуальність роботи також зумовлено важливістю збереження та відновлення ґрунтового покриву, зокрема у зв'язку з погіршенням екологічної ситуації через воєнні дії. Перспективним для розв'язання екологічних завдань є використання біополімерних композицій на основі крохмалю та Na-карбоксиметилцелюлози (Na-КМЦ), які розглядаються як варіант матеріалів для передпосівної обробки насіння, що вбереже його від несприятливих факторів та забезпечить приріст урожайності.

Розглянуто поведінку кишкової палички, цвілевих та дріжджових грибів у середовищі водних розчинів цих біополімерів та композицій на їх основі, досліджено вплив біополімерних композицій на урожайність сільськогосподарських культур, зокрема кукурудзи та соняшнику. Результати мікробіологічних досліджень представлено в таблиці.

У зразках крохмалю і Na-КМЦ не виявлено цвілевих грибів (табл.). Структуру карбоксиметилцелюлози здатна метаболізувати дуже мала кількість мікроорганізмів.

Таблиця. ***Результати мікробіологічного аналізу досліджуваних зразків та оцінка їхньої бактерицидної активності***

Проби	№	Середовище		
		МПА	Ендо	Чапека
Na-КМЦ	1	250 КУО/г	НВ	НВ
	2	45 КУО/г	НВ	НВ
	3	НВ	НВ	НЗ
Крохмаль	1	НЗ	НВ	НВ
	2	200 КУО/мл	НЗ	НЗ
	3	72 КУО/мл	НЗ	НВ
Стерильна дист. H_2O	1	НВ	НВ	НВ

Примітка: 1 — сухий зразок у вигляді порошку; 2 — розчин чистого зразка на стерильній дистильованій воді; 3 — розчин зразку композицій на стерильній дистильованій воді; НВ — не виявлено; ∞ — мікроорганізми виросли газоном; НЗ — не визначали.

У підсумку дослідження біополімерів у складі композицій виявлено їхню інгібувальну дію на ріст мікроорганізмів: як видно з таблиці, за посіву на МПА композиційних розчинів виявлено суттєво меншу кількість мікроорганізмів, ніж за посіву розчинів самих біополімерів — у випадку Na-КМЦ та крохмалю кількість вирощених бактерій на відповідних композиціях була меншою, ніж на чистих препаратах. Отже, композиції на основі Na-КМЦ та крохмалю проявляють бактерицидні та частково фунгіцидні властивості, інгібуючи ріст мікроорганізмів, наявних у сухих досліджуваних зразках біополімерів. Використання досліджуваних композицій дозволяє отримати вищий урожай, ніж на контрольних ділянках з необробленого насіння. Зокрема, приріст врожайності льону, соняшнику та пшениці складає від 20,93 % до 30,65 % щодо контрольних проб (рис.).

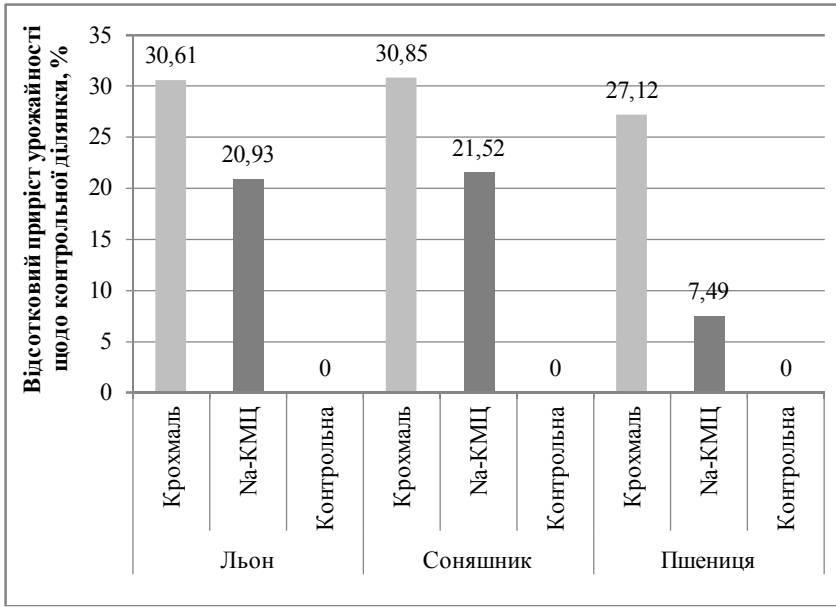


Рис. Порівняльні гістограми приросту урожайності льону, соняшника та пшениці щодо контрольних необроблених проб.

ISBN 978-617-7570-71-3

МІКРОБНІ ПРЕПАРАТИ В РОСЛИННИЦТВІ ТА ТВАРИННИЦТВІ

УДК 633.15:631.5:631.461

ВПЛИВ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ ТА МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ НА УРОЖАЙНІСТЬ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО В СТЕПУ УКРАЇНИ

А. Л. Андрієнко

Інститут сільського господарства Степу НААН
вул. Центральна, 2; с. Созонівка, Кропивницький р-н,
Кіровоградська обл., 27602, Україна
e-mail: cornagroteh@ukr.net

Науковці та аграрії постійно шукають нові способи підвищення врожайності та якості сільськогосподарської продукції. У зв'язку з цим велика увага приділяється дослідженню мікробних препаратів та їхнього впливу на ріст і розвиток рослин.

Y. Bashan та L. E. de-Bashan (2010) вказували, що бактерії *Rhizobium* та *Azospirillum* фіксують атмосферний азот та переводять його у доступну форму для рослин, що сприяє збільшенню врожайності кукурудзи. S. E. Smith та D. J. Read (2010) відзначили, що симбіоз грибів мікоризи з коренями рослин покращували використання води та поживних речовин, що забезпечувало збільшення врожайності зерна кукурудзи.

P. N. Bhattacharyya та D. K. Jha (2012) встановили, що деякі бактерії, такі як *Pseudomonas* та *Bacillus*, виробляють гормони росту та біологічно активні сполуки, які сприяють росту та розвитку рослин. Використання мікробних препаратів забезпечує

позитивний вплив на ріст, розвиток та продуктивність кукурудзи, що вирощується для отримання зерна.

Дослідження проводили в Інституті сільського господарства Степу НААН протягом 2007–2011 років. Ґрунт дослідних ділянок — звичайний важкосуглинковий чорнозем із вмістом гумусу в орному шарі 4,2 %. Відзначається він достатніми запасами калію та нейтральною реакцією ґрунтового розчину (pH 6,5–7,0). Клімат помірно-континентальний, із середньодобовою температурою повітря 8,7 °С і річною сумою опадів 495 мм. За гідротермічним режимом періоду вегетації 2011 р. був вологим, 2008, 2009 та 2010 рр. були різною мірою сприятливими, а 2007 р. — гостро посушливим.

Дослідження показали, що за застосування мікробних препаратів на природному фоні спостерігалося збільшення висоти рослин кукурудзи на 1,48 см, на мінеральній системі удобрення — на 1,93 см, а за органо-мінеральної системи удобрення — лише на 0,83 см. Як порівняти з неудобреним варіантом, збільшення висоти за внесення мінеральних добрив становило 2,66 см, а за внесення добрив та рослинних решток — 6,26 см.

Висота прикріплення качанів коливалась аналогічно змінам висоти рослин за високого рівня кореляційної залежності (r = = 0,94).

Застосування добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ сумісно з рослинними рештками спричиняло до збільшення площі листкової поверхні у кукурудзи на 0,5 дм^2 (1,65 %) проти дози $N_{60}P_{60}K_{60}$ і на 3,28 дм^2 (8,1 %) — проти неудобреного фону. За застосування мікробних препаратів найбільше зростання площі асиміляційної поверхні спостерігалося на природному фоні й становило 0,67 %.

В середньому за роки досліджень урожайність зерна кукурудзи залежно від обробки рослин та ґрунту мікробними препаратами за органо-мінеральної системи удобрення суттєво не змінювалась і була на рівні варіанту без обробки та становила 6,25 і 6,34 т/га відповідно. Встановлено суттєве зростання урожайності за рахунок мікробних препаратів у варіанті природної родю-

ISBN 978-617-7570-71-3

чості ґрунту на 0,43 т/га (7,5 %) та на фоні внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ — на 0,33 т/га (5,3 %). Внесення в ґрунт добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ підвищує урожайність зерна кукурудзи на 0,64 т/га (10,6 %), а комплексне застосування добрив і мікробних препаратів, як порівняти з контролем, підвищує урожайність кукурудзи на 0,97 т/га (15,3 %). Зростання врожаю за застосування органо-мінеральної системи удобрення проти неудобреного контролю становило 0,89 т/га (14,3 %), а комплексне застосування її разом з ефективними мікроорганізмами становило 0,98 т/га (15,4 %).

Отже, зростання урожайності кукурудзи за органо-мінеральної системи удобрення відбувалося лише за рахунок комплексного застосування мінеральних добрив і рослинних решток. Ефект від використання ефективних мікроорганізмів відзначався у варіантах з природною родючістю ґрунту та мінеральною системою удобрення й проявлявся у збільшенні продуктивності посівів на 7,5 % та 5,3 % відповідно.

УДК 577.151:579.22

МІКРОБНА α-ГАЛАКТОЗИДАЗА ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ КОРМІВ

Н. В. Борзова

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України
вул. Академіка Заболотного, 154; м. Київ, 03143, Україна
e-mail: nvb.imv@gmail.com

Дослідження ензимів, що розщеплюють полісахариди клітинних стінок рослин, є пріоритетним напрямом сучасної мікробіології та біотехнології. Використання таких ензимів дозволяє гідролізувати різні геміцелюлози, збільшуючи вихід вільних

вуглеводів або усуваючи недоліки технологічних процесів. α-галактозидаза (мелібіаза, EC 3.2.1.22) — це ензим, який гідролітично відщеплює термінальні невідновлені залишки D-галактози, що присутні як у синтетичних, так і природних глікозидах, олігота полісахаридах, гліколіпідах і глікокон'югатах. Використання мелібіазного процесу під час обробки сировини, багатої на галактоолігосахариди та геміцелюлози, у виробництві кормів для сільськогосподарських тварин дозволяє покращити їхню якість та кормову цінність. Використання α-галактозидази для часткового або повного гідролізу олігосахаридів родини рафінози у кормах на основі бобових культур може усувати дискомфорт від їхнього перетравлення та позитивно впливати на здоров'я тварин. У комбінації з мананазами та ксиланазами ензим може бути залучено до технології попередньої обробки кормів для підвищення їхньої поживності.

Потенціал саме мікробних α-галактозидаз базується на їхній технологічній та комерційній привабливості, хоча вартість ензиму досі обмежує рентабельність застосування α-галактозидази у багатьох галузях. Для подолання цього недоліку розробляються різні методи отримання ензиму, зокрема використання як субстратів для культивування мікроорганізмів дешевої сировини із відходів агропромисловості, таких як солома, фруктова та овочева макуха, меляса, геміцелюлоза. Використання таких субстратів для культивування продуцентів α-галактозидаз може, з одного боку, знижувати вартість ензиму, а з іншого — одночасно дозволяє отримувати цукри та біоетанол, що сприяє циркулярній економіці.

Метою нашої роботи було дослідити деякі параметри культивування мікроміцета *Penicillium restrictum*, встановити джерела Карбону та Нітрогену, які забезпечуватимуть високі рівні виходу позаклітинної α-галактозидази, а також оцінити її здатність гідролізувати деякі галактозовмісні вуглеводи.

ISBN 978-617-7570-71-3

Культуру мікроміцета вирощували глибинним способом за 25 °С. Як джерела Карбону та Нітрогену було використано органічні та неорганічні сполуки: рамнозу, сахарозу, галактоманан гуару, грейпфрутову макуху, соєве борошно, $NaNO_2$, $NaNO_3$, $(NH_4)_2SO_4$, $(NH_4)_2NO_3$, сечовину, дріжджовий автолізат, дріжджовий екстракт, пептон. α-галактозидазну активність визначали за допомогою синтетичного нітрофенільного субстрату, здатність гідролізувати рафінозу, стахіозу та галактоманан оцінювали динітросаліциловим методом. Встановлено, що максимум α-галактозидазної активності (6,05 од./мл) та продуктивності (0,036 од./мл за годину) *P. restrictum* спостерігалися на 7-му добу культивування за використання рамнози, соєвого борошна та сульфату амонію. Швидкість гідролізу рафінози, стахіози та галактоманану становила 133, 116 та 27 мкмоль/мл за хвилину відповідно. Отже, показано, що штам *P. restrictum* має високу секреторну здатність до продукції α-галактозидази за використання відповідних середовищ. Досліджена культура показала високу ефективність гідролізу галактоолігосахаридів рафінози та стахіози, а також галактоманану. Така субстратна специфічність дозволяє передбачати значний біотехнологічний потенціал культури у кормовій галузі та може бути рекомендована для залучення у технології переробки агровідходів для отримання вуглеводів та біопалива.

УДК 579.64+631.4+631.8

ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНЕ ДОБРИВО DIAMOND GROW МАРКИ HUMI[K] У ВИРОЩУВАННІ ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР

А. А. Бунас, Є. Д. Ткач, В. В. Дворецький, О. М. Дворецька

Інститут агроекології і природокористування НААН
вул. Метрологічна, 12; м. Київ, 03143, Україна
e-mail: bunas1.alena@gmail.com

Оптимізація живлення сільськогосподарських культур завжди була важливим завданням людини, починаючи з перших етапів сільського господарства і закінчуючи сьогоденням. Сучасні технології вирощування агрокультур, безумовно, відрізняються від технологій минулого. Але існування рослинного організму залежить від низки фундаментальних чинників. А саме: **кліматично-едафічних** (тип та гранулометрична структура ґрунту, забезпеченість ґрунту вологою, pH, вміст гумусу, рівень освітленості, температура, кількість опадів, роза вітрів та інші); **антропогенних** (сівозміна, внесення мінеральних та органічних добрив (сидерати, солома, перегній), агрохімікатів та інших речовин у фізіологічно обґрунтованих кількостях, тип оброблення ґрунту, строки посіву та проведення агрозаходів; **біологічних** (сорт (гібрид) сільськогосподарської культури, якість посівного матеріалу (насіння), доступність основних елементів живлення (азот, фосфор, калій, кальцій, магній, сірка, кремній, молібден та багато ін.) за рахунок корегування структурно-функціональної організації мікробіоценозу кореневої зони; вплив та контроль чисельності шкідників (гризунів на полях, шкідливих комах) за допомогою біологічних інсектицидів, ентомофагів, акарицидів, родентицидів; використання комах запилювачів).

ISBN 978-617-7570-71-3

Нестача або відсутність одного з вищеперелічених чинників неминуче призводить або до значного послаблення росту і розвитку, або до загибелі не просто рослин, а й усього агроценозу.

В Інституті агроекології і природокористування НААН проведено дослідження ефективності застосування органо-мінерального добрива Diamond Grow марки Humi[K] у вирощуванні зернобобових культур, а саме сої сорту Ментор з нормою посіву 120 кг/га.

Органо-мінеральне добриво Diamond Grow марки Humi[K] складається з макро- і мікроелементів, гумінових кислот, екстракту водоростей та комплексу мікроорганізмів різних еколого-трофічних та таксономічних груп. Виробник декларує наявність у складі мікроорганізми родів *Bacillus*, *Endomycorrhizal*, *Glomus*, *Rhizopogon*, *Pisolithus*, *Scleroderma*.

Дослідження виконували загальноприйнятими методами в умовах Правобережного Лісостепу України (Київська обл., Білоцерківський р-н, м. Сквира та м. Київ). Схема досліду передбачала такі варіанти: 1) контроль (без внесення добрива); 2) органо-мінеральне добриво Diamond Grow марки Humi[K] — 100 г/т насіння + 50 г/га підживлення у період вегетації; 3) органо-мінеральне добриво Diamond Grow марки Humi[K] — 200 г/т насіння + 100 г/га підживлення у період вегетації.

Застосування органо-мінерального добрива Diamond Grow марки Humi[K] для оброблення насіння в нормі 100 г/т насіння та для позакореневого підживлення у період вегетації сої в нормі 50 г/га показало позитивні результати щодо росту та розвитку рослин сої (табл.).

Відзначали збільшення висоти рослин — на 0,7 %, кількості бобів на рослині — на 3,3 %, кількості насіння з рослини — на 2,7 %, маси 1000 насінин — на 1,8 % проти контролю.

За збільшення норми органо-мінерального добрива до 200 г/т для передпосівного оброблення насіння та до 100 г/га для кореневого і позакореневого підживлення спостерігали аналогічну динаміку. Тобто збільшилася висота рослин — на 8,7 %,

кількість бобів на рослині — на 13,2 %, кількість насіння з рослини — на 17,5 %, маса 1000 насінин — на 3,8 %відповідно.

Таблиця. ***Вплив органо-мінерального добрива Diamond Grow марки Humi[K] на ріст та розвиток сої***

№ варі-антів	Висота рослин, см	Кількість бобів на рослині, шт.	Маса 1000 насі-нин, г	Урожай-ність, т/га	Вміст білка, %
1	85,6 ± 2,6	26,2 ± 0,77	130,2 ± 4,6	1,11 ± 0,04	34,6
2	86,2 ± 2,4	27,1 ± 0,81	132,5 ± 5,2	1,47 ± 0,03	36,13
3	93,0 ± 3,1	29,7 ± 0,84	135,2 ± 5,0	1,96 ± 0,025	37,03

Одним із найважливіших показників у вирощуванні сільськогосподарських рослин є урожайність та якість отриманої продукції. Застосування органо-мінерального добрива Diamond Grow марки Humi[K] під сою позитивно впливало на рослини сої, стимулюючи їхній ріст. Урожайність за застосування добрива становила 1,47–1,96 т/га, що було більше, як порівняти з контрольним варіантом, на 32,7–76,3 %. Також спостерігали зростання якісних показників, вміст білка в насінні сої дослідних варіантів зростав на 1,5–2,4 % щодо контролю.

Отже, застосування органо-мінерального добрива Diamond Grow марки Humi[K] ефективно впливає на ріст, розвиток рослин та урожайність сої. Досліджуване органо-мінеральне добриво Diamond Grow марки Humi[K] вважаємо перспективним як для подальших досліджень під інші сільськогосподарські культури, так і ефективним для агровиробників сої.

ISBN 978-617-7570-71-3

УДК 633.16:57.084.2

УРОЖАЙНІСТЬ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗА ВИКОРИСТАННЯ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

С. І. Бурикіна[1], М. М. Жук[1], В. А. Руденко[1], Н. В. Пиляк[2]

[1]Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН
вул. Маяцька дорога, 24; смт Хлібодарське, Одеський р-н, Одеська обл., 67667, Україна

[2]Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН
вул. Маяцька дорога, 25; смт Хлібодарське, Одеський р-н, Одеська обл., 67667, Україна

e-mail: burykina@ukr.net

Ячмінь за поширеністю в структурі посівних площ України займає друге місце серед хлібних злаків, що пов'язано з його багатоплановим використанням. Але сучасне його виробництво характеризується нестабільністю, що деякою мірою пояснюється порушенням технологій вирощування, зокрема в ланці систем живлення культури.

Численними дослідами Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН встановлено, що без застосування добрив сорти ячменю ярого лише за рахунок сівозміни формують урожайність у межах 1,94–2,75 т/га залежно від попередників, а застосування добрив навіть в обмеженій кількості ($N_{30}P_{30}K_{30}$) сприяє підвищенню урожайності на 47,4–56,4 % (Манько, Музафаров, 2012). Але використання синтетичних добрив має й побічні ефекти, які проявляються в забрудненні навколишнього середовища, тому все більше виробники та науковці звертають увагу на елементи біологізації технологій вирощування ячменю ярого. Одним із таких варіантів є використання мікробних препаратів. Вивченням

ефективності деяких із них на посівах ячменю ярого в умовах Степу України займалися А. В. Баган, Д. І. Ярмош (2021), О. О. Вінюков та ін. (2017), О. В. Макуха (2019).

Мета наших досліджень — вивчити ефективність мікробних препаратів на посівах ячменю ярого за його вирощування на природному та удобреному фонах.

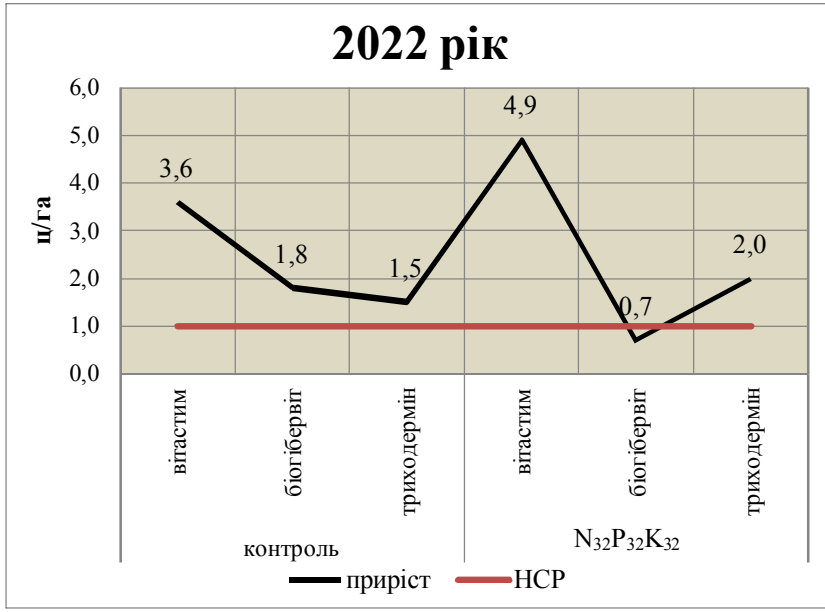
Ячмінь ярий сорту Геліос висівали нормою 4,0 млн/га; ґрунт — чорнозем південний мало гумусний важкосуглинковий, середньо забезпечений основними поживними речовинами. Удобрювальний фон створювали внесенням під передпосівну культивацію $N_{32}P_{32}K_{32}$; у фазу кущення — підживлення N_{30}.

Використовували мікробні препарати ІТІ «Біотехніка» НААН: Вітастим БТ, БіоГібервіт БТ і Триходермін, які мають фунгіцидні та рістстимулювальні властивості. Препарат Вітастим БТ одержано в рідкому живильному середовищі за спільного глибинного культивування трьох мікроорганізмів: міцеліального гриба *Trichoderma harzianum* шт. Істокський (T. h.) та двох штамів бактерій: *Pseudomonas fluorescens* шт. 2 (P. f. шт. 2) і *P. fluorescens* шт. АРЗЗ (P. f. АР33). Водна суспензія комплексного препарату — життєздатні мікроорганізми: P. f. шт. 2, P. f. АР33, T. h., продукти їхнього метаболізму та залишки компонентів живильного середовища, не засвоєних продуцентами у процесі культивування.

БіоГібервіт БТ — водна суспензія коричневих відтінків, у якій присутні хламідоспори і міцелій, а також конідії міцеліальних грибів *Trichoderma viride* шт. М-10 (T. v) та *T. harzianum* шт. Істокський (T. h), а також метаболіти вищезазначених мікроорганізмів із залишками компонентів живильного середовища в культуральній рідині.

Проводили передпосівний обробіток насіння та ще чотири після посіву: після вегетації у фази кущення, на початку виходу в трубку, під час формування прапорцевого листка і на початку наливу; застосовували 3 %-ий розчин.

ISBN 978-617-7570-71-3



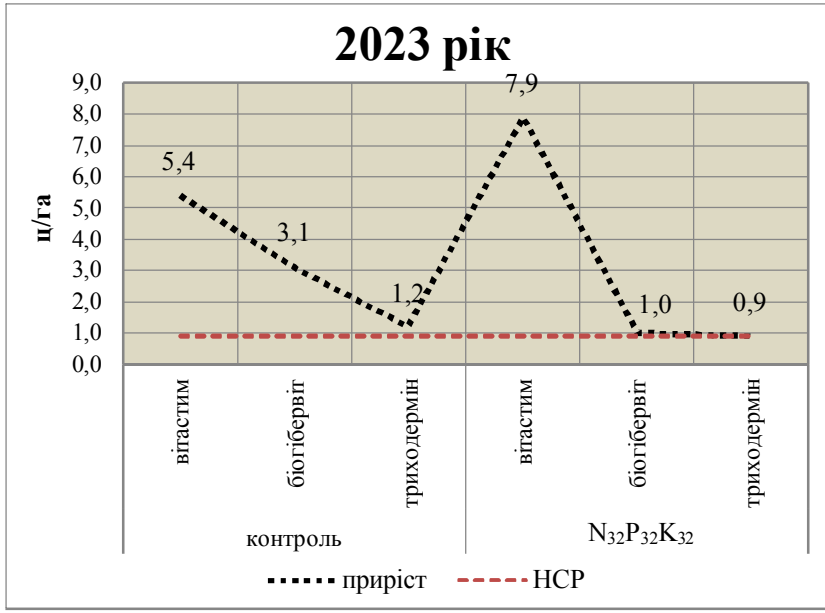


Рис. Приріст урожаю зерна ячменю ярого за варіантами застосування мікробних препаратів та фонами живлення.

Урожай зерна ячменю на природному фоні за роками досліджень склав 1,93 та 2,26 т/га, а за внесення мінеральних добрив — 2,47 ц/га та 3,16 т/га; підвищення за рахунок добрив — 28,0 % та 39,8 % відповідно.

З мікробних препаратів найбільше підвищення врожайності культури забезпечив препарат Вітастим БТ, як за вирощування ячменю ярого без добрив (0,36–0,54 т/га), так і за внесення $N_{32}P_{32}K_{32}$ + N_{30} (0,49–0,79 т/га) (рис.). У середньому за два роки використання Вітастиму БТ дозволило додатково отримати з кожного гектара посівів ячменю ярого від 0,45 т/га до 0,64 т/га (23,9–24,7 %) зерна залежно від фону живлення; БіоГібервіту БТ — 0,25–0,09 т/га (13,0–3,3 %); Триходерміну — 0,13–0,15 т/га (6,9–5,6 %). Зростання урожайності від внесення добрив склало в середньому 0,71 т/га або 37,8 %.

Отже, мікробний препарат Вітастим БТ має гарні перспективи увійти до технології вирощування ячменю ярого на засадах ресурсозаощадження та екологосбалансованості. Але потрібні додаткові дослідження його ефективності на різних рівнях родючості чорнозему південного та в умовах водно-теплового стресу, що характерно для зони Південного Степу України.

ISBN 978-617-7570-71-3

УДК 632.9/63:579.64+631.811.98

ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОПРЕПАРАТІВ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

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

Поліпшення живлення рослин за рахунок виключно мінеральних добрив та посилення пестицидного навантаження на довкілля завжди супроводжується небажаними екологічними наслідками. Одним із шляхів розв'язання цієї проблеми є застосування мікробних препаратів для обробки насіння та посівів, а також внесення їх у ґрунт для деструкції рослинних залишків.

У польових дослідах Хмельницької ДСГДС ІКСГП НААН у 2021–2023 рр. позитивно себе зарекомендували внесення біодеструктора у ґрунт, а також обробка насіння та посівів пшениці озимої екологічно безпечними препаратами.

Дослідження виконували згідно зі схемою:

I. Чинник А — застосування деструктора рослинних решток: А1) без деструктора (контроль); А2) Органік-баланс біодеструктор, 1,5 л/га.

II. Чинник В — передпосівна обробка насіння: В1) без обробки насіння (контроль); В2) Вимпел-К, 0,5 л/т (стандарт); В3) Органік-баланс, 1,5 л/т; В4) МікоХелп, 3,0 л/т.

III. Чинник С — обробка посіву: С1) без обробки посівів; С2) Органік-баланс, 0,5 л/га.

Встановлено, що використання біодеструктора Органік-баланс і передпосівна обробка насіння біопрепаратами знижували поширення звичайної кореневої гнилі пшениці озимої сорту

Богдана протягом усіх років досліджень. Візуальні ознаки цього захворювання у фазу весняного кущіння (у слабкому ступені ураження — на 1 бал розвитку окремі бурі плями на корінцях й міжвузлі) були значно меншими у варіантах з обробкою насіння біопрепаратами (у середньому за 3 роки 4,7–8,1 %), як порівняти з варіантами без обробки (9,6–12,7 %).

На фоні внесення у ґрунт біодеструктора поширення хвороби ще більше знизилося. Так, було уражено у середньому 5,9–12,7 % рослин на ділянках без деструктора та 4,7–9,6 % — за його внесення. Найбільш ефективним був варіант з обробкою насіння біофунгіцидом МікоХелп, що сприяло зниженню поширення кореневої гнилі до 5,6 % від 17,7 % у контролі на фоні без деструктора та до 4,7 % від 9,6 % у контролі за фону внесення деструктора.

Борошниста роса злаків за три роки досліджень розвивалася лише на ярусі нижнього міжвузля пшениці озимої. В 2021 р. обробка посівів Органік-баланс на початку виходу пшениці озимої у трубку знижувала поширення хвороби від 60 % у контролі до 46 %, в 2022 р. — від 97 % до 47 %, у 2023 р. — від 92 % до 60–67 %.

Встановлено, що використання біопрепаратів для обробки насіння зумовило зростання урожайності зерна у середньому на 0,28–0,54 т/га, або на 4,7–10,2 %. Так, обробка насіння стимулятором Вимпел-К сприяла приросту урожайності проти контролю на 7,2–10,2 % (0,43–0,54 т/га), залежно від внесення деструктора та обробки по листу. За обробки насіння Органік-баланс приріст становив від 4,7 до 8,0 % (0,28–0,42 т/га), а за використання МікоХелп — від 6,0 до 9,8 % (0,36–0,52 т/га).

Також за внесення у ґрунт Органік-баланс біодеструктор приріст урожайності пшениці озимої становив 2,6–5,5 % (0,16–0,39 т/га), а за обробки по листу Органік-баланс — 5,3–8,5 % (0,32–0,45 т/га).

Водночас треба зважати на те, що мікроорганізми у складі досліджуваних препаратів здатні продукувати біологічно акти-

ISBN 978-617-7570-71-3

вні речовини із рістстимулювальними властивостями, які позитивно впливають на продуктивність культури.

Отже, означені препарати є перспективними засобами для удосконалення екологічно безпечних технологій вирощування пшениці озимої, які сприяють зниженню впливу на рослини стресових факторів, зокрема ураження хворобами, а також застосування агрохімікатів і фунгіцидів.

УДК 632.9/63:579.64+631.811.98

БІОПРЕПАРАТИ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

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

Сьогодні у світі нагальною проблемою є нестача білка для населення. Також існує потреба у зменшенні забруднення харчових продуктів, яке негативно позначається на здоров'ї людини. До того ж сучасні інтенсивні технології вирощування культурних рослин досягли критичних меж як в екологічному, так й енергетичному та продукційному станах (Godfray et al., 2010; Камінський, Сайко, 2015; Лихочвор, 2004).

У 2021–2023 рр. у дослідах Хмельницької ДСГДС ІКСГП НААН позитивно себе зарекомендували внесення біодеструктора у ґрунт і обробка насіння та посівів сої сорту Сіверка екологічно-безпечними препаратами.

Дослідження виконували згідно зі схемою:

I. Чинник А — застосування деструктора рослинних решток: А1) без деструктора (контроль); А2) Органік-баланс біодеструктор, 1,5 л/га.

II. Чинник В — передпосівна обробка насіння: В1) без обробки насіння (контроль); В2) Вимпел-К, 0,5 л/т (стандарт); В3) Органік-баланс, 1,5 л/т; В4) МікоХелп, 3,0 л/т.

III. Чинник С — обробка посіву: С1) без обробки посівів; С2) Органік-баланс, 0,5 л/га.

Встановлено, що внесення деструктора стерні та обробка насіння біопрепаратами сприяють обмеженню поширення кореневих гнилей сої, хоча розвиток кореневої гнилі сої (збудники — гриби роду *Fusarium* sp.) не перевищував 1 бала ураження. Дещо більш ефективним виявився біофунгіцид МікоХелп, за застосування якого поширення захворювання знижувалося в середньому за три роки до 5,0–6,3 % проти 11,0–14,0 % у контролі.

Обробка насіння усіма препаратами: Вимпел-К, Органік-баланс і МікоХелп — сприяла збільшенню кількості і маси бульбочок на коренях рослин сої проти контролю (без обробки). Так, у 2022 р. у варіантах без обробки насіння на кожній рослині налічувалося 22–35 бульбочок, а з обробкою — 30–47 шт. Також під впливом обробки насіння підвищувалася й маса бульбочок — від 0,30–0,56 г без обробки насіння до 0,41–0,73 г — з обробкою.

Внесення деструктора також стимулювало формування бульбочок, як порівняти з фоном без нього. Так, якщо на фоні без біодеструктора на рослині налічувалося 20–33 бульбочок, то за його внесення — 16–30 шт., а маса бульбочок збільшувалася з 0,16–0,52 г до 0,24–0,68 г.

Урожайність зерна сої у середньому за два роки досліджень складала 2,35–3,14 т/га, залежно від внесення деструктора та передпосівної обробки насіння і посівів біопрепаратами. Встановлено, що використання означених препаратів зумовило зростання урожайності сої у середньому за два роки на 0,12–0,42 т/га, або на 4,3–15,7 %. Також внесення біодеструктора зумовило зростання урожайності культури на 0,14–0,27 т/га, залежно від

ISBN 978-617-7570-71-3

обробки насіння і по листу біопрепаратами, що у відсотковому значенні становить 4,7–10,6 %.

Серед усіх досліджуваних варіантів найвищу урожайність сої (3,14 т/га проти 2,35 т/га у контролі) одержано за поєднання передпосівної обробки насіння МікоХелп з обробкою посівів Органік-баланс, на фоні внесення у ґрунт Органік-баланс біодеструктор, де приріст до абсолютного контролю склав 0,79 т/га або 33,6 %.

Отже, внесення у ґрунт біодеструктора Органік-баланс, обробка насіння біопрепаратами Вимпел-К, Органік-баланс, МікоХелп та обробка по листу Органік-баланс (у фази 2–3-й трійчастий листок і бутонізації) позитивно впливає на формування симбіотичного апарату, продуктивність й обмеження ураження сої хворобами.

УДК 579.663

АНТИМІКРОБНА ЩОДО ФІТОПАТОГЕННИХ БАКТЕРІЙ АКТИВНІСТЬ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН *RHODOCOCCUS ERYTHROPOLIS* ІМВ АС-5017, СИНТЕЗОВАНИХ У КОМПЛЕКСІ З ФІТОГОРМОНАМИ

А. М. Воробей[1], Т. П. Пирог[1,2], Т. А. Шевчук[2]

[1]*Національний університет харчових технологій*
вул. Володимирська, 68; м. Київ, 01033, Україна

[2]*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

Останніми роками занепокоєння науковців викликає відсутність безпечних та дієвих засобів боротьби проти збудників

бактеріозів рослин, що спонукає до пошуку нових антимікробних агентів, якими можуть стати екологічно безпечні біодеградабельні поверхнево-активні речовини (ПАР) мікробного походження.

У попередніх дослідженнях було встановлено здатність *Rhodococcus erythropolis* ІМВ Ас-5017 синтезувати одночасно з поверхнево-активними речовинами і фітогормони стимулювальної дії (ауксини, цитокініни і гібереліни). Поверхнево-активні речовини *R. erythropolis* ІМВ Ас-5017, синтезовані у комплексі зі стимуляторами росту рослин, характеризувалися високою щодо фітопатогенних бактерій антимікробною активністю, що робить можливим одержання на основі цієї інтегрованої технології комплексного мікробного препарату для застосування у сільському господарстві.

У подальших дослідженнях було продемонстровано можливість інтенсифікації синтезу гіберелінів за рахунок внесення у середовище культивування *R. erythropolis* ІМВ Ас-5017 еритритолу — попередника біосинтезу цих фітогормонів. Проте властивості поверхнево-активних речовин, як і інших вторинних метаболітів, залежать від умов культивування продуцента, тому немає гарантій того, що ПАР, отримані за умов максимального синтезу фітогормонів гіберелової природи, будуть характеризуватися необхідною для практичного використання біологічною активністю.

У зв'язку з цим мета роботи полягала у дослідженні антимікробної щодо фітопатогенних бактерій активності поверхнево-активних речовин *R. erythropolis* ІМВ Ас-5017, синтезованих за наявності еритритолу.

R. erythropolis ІМВ Ас-5017 вирощували у рідкому мінеральному середовищі з 2 % рафінованої олії і 500 мг/л еритритолу. Поверхнево-активні речовини екстрагували з супернатанту культуральної рідини сумішшю Фолча (хлороформ і метанол, 2:1). Антимікробну активність ПАР аналізували за показником мінімальної інгібувальної концентрації (МІК). Як тест-культури для

ISBN 978-617-7570-71-3

визначення антимікробної активності використовували фітопатогенні бактерії *Agrobacterium tumefaciens* 8628, *Pseudomonas syringae* 8511, *Xanthomonas vesicatoria* 9098, *Pectobacterium carotovorum* 8982, *Clavibacter michiganensis* 102 і *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* 140R, люб'язно надані співробітниками відділу фітопатогенних бактерій Інституту мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України.

Встановлено, що наявність попередника біосинтезу гіберелінів у середовищі культивування продуцента супроводжувалася синтезом поверхнево-активних речовин, антимікробна активність яких щодо більшості фітопатогенних бактерій була у 2–30 разів вищою, як порівняти зі встановленою для ПАР, одержаних без еритритолу. Так, МІК поверхнево-активних речовин, синтезованих в умовах максимального утворення гіберелінів щодо таких тест-культур, перебували у межах 2−106 мкг/мл. Водночас мінімальні інгібувальні концентрації щодо *P. Carotovorum* 8982 і *C. michiganensis* 102 ПАР, синтезованих як за наявності еритритолу, так і без нього, були однаковими і становили 7–9 мкг/мл, що свідчить про їхню високу антимікробну активність щодо цих штамів патогенних бактерій.

Отже, наявність у середовищі культивування продуцента попередника біосинтезу гіберелінів дало змогу як підвищити концентрацію цих фітогормонів, так і отримати поверхнево-активні речовини з високою біологічною активністю щодо збудників бактеріозів сільськогосподарських культур.

УДК 631.674.6(477.72)

БАКТЕРІАЛЬНІ ПРЕПАРАТИ В БІОЛОГІЗОВАНІЙ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПОМІДОРА

В. І. Книш[1], О. С. Шабля[1], В. В. Книш[2]

[1]Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН
вул. Маяцька дорога, 24; смт Хлібодарське, Одеська обл., 67667, Україна

[2]Інститут водних проблем і меліорації НААН
вул. Васильківська, 37; м. Київ, 03022, Україна

e-mail: knysch.v@ukr.net

В умовах краплинного зрошення ефективним заходом підвищення родючості ґрунту має стати бінарний мікросмуговий спосіб вирощування просапних овочевих культур (інтеркропінг). За цим способом у широких міжряддях у суцільних посівах вирощуються ґрунтопокривні культури, які за 10–12 діб до висаджування розсади овочевої культури (в нашому досліді — помідора) заробляються у ґрунт. Особливістю мікросмугового способу вирощування овочевих культур є те, що в наступному році укладання краплинної стрічки, а з нею і розташування рядів посіву основної культури відбувається зі зміщенням в бік міжряддя. Тим самим за такого способу вирощування досягається мікрочергування культур: коли зрошувана смуга, що займається основною культурою, повертається на попереднє місце вирощування за 3 роки. Доведено також важливу роль застосування біопрепаратів на основі асоціативних азотфіксувальних і фосформобілізувальних мікроорганізмів у підвищенні родючості ґрунту і продуктивності помідора.

Дослідження проводили протягом 2017–2020 рр. шляхом постановки польового багатофакторного досліду за викорис-

ISBN 978-617-7570-71-3

тання помідора сорту Анаконда. Ґрунт — чорнозем південний супіщаний. Геолокація — 46.331543, 32.589864.

Схема досліду:

Фактор А (ґрунтопокривна культура — сидерат): а) без ґрунтопокривної культури (к); б) злакові (жито озиме); в) хрестоцвіті (гірчиця біла); г) бобові (віка посівна).

Фактор В (рівень мінерального живлення): а) рекомендована доза $N_{140}P_{120}K_{60}$ (контроль) — згідно з ДСТУ 6008-2008); б) ½ від рекомендованої дози ($N_{70}P_{60}K_{30}$).

Фактор С (інокуляція насіння бактеріальним препаратом): а) без інокуляції (к); б) АБТ; в) Альбобактерин; г) Біогран.

Площа елементарної ділянки досліду — 50 м^2. Облікова площа — 30 м^2. Загальна площа досліду 0,32 га. Повторність досліду чотириразова. Схема вирощування 175×20 см. Передполивна вологість ґрунту — 75–75–70 % НВ.

Досліджено процеси, що визначають поживний стан, біологічну активність ґрунту, оцінено потенційну родючість ґрунту за показником накопиченої енергії в системі «ґрунт – рослина» за допомогою ґрунтопокривної культури як трансформатора енергії ФАР в органічну речовину та виділено кращу ґрунтопокривну культуру для бінарного мікросмугового вирощування — жито озиме, яка переважає інші за:

– фактичним надходженням у ґрунт сухої органічної речовини, яка у 1,6 раза більша, ніж від гірчиці білої та у 2,7 раза — від віки посівної;

– найменшою щільністю складення ґрунту перед висаджуванням розсади помідора у 0–10 см горизонті — 1,24 г/см^3, тоді як у контролі — 1,26 г/см^3;

– позитивним впливом на тепловий режим ґрунту — на час висаджування розсади помідора температура ґрунту на глибині 10 см була вищою у середньому на 1,7 °С за контроль;

– за показниками біологічної активності ґрунту, де застосування бактеріальних препаратів підвищувало інтенсивність продукування CO_2 з ґрунту у середньому на 15,4 % від контролю;

– кращим поживним режимом у варіантах з інокуляцією насіння бактеріальними препаратами;

– показником інтенсивності накопичення енергії в системі «ґрунт – рослина» за допомогою ґрунтопокривної культури як трансформатора енергії ФАР в органічну речовину. Найбільшу кількість сонячної енергії було засвоєно посівами помідора спільно з житом озимим, де коефіцієнт використання ФАР склав 0,87 %, тоді як у контролі (без ґрунтопокривної культури) — 0,69 %;

– урожайністю помідора — 73,3 т/га, отриманою за внесення рекомендованої дози мінеральних добрив та передпосівної інокуляції насіння кавуна АБТ, яка була на 5,4 т/га вищою, ніж у контролі.

УДК 633:579.64(631.8)

ВПЛИВ ЗАСТОСУВАННЯ АРБУСКУЛЯРНОЇ МІКОРИЗИ (АМГ) НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

В. М. Коновалова[1], А. В. Тищенко[1], С. О. Заєць[1], О. М. Рибак[2]

[1]Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН
вул. Маяцька дорога, 24, смт Хлібодарське, Одеська обл., 67667, Україна

[2]ВСП «Скадовський аграрний фаховий коледж ХДАЕУ»
просп. Університетський, 5/2; м. Кропивницький, 25030, Україна

e-mail: vera_konovalova_1990@ukr.net

Взаємодія між мікроорганізмами в ризосфері чинить глибокий вплив на ріст і розвиток рослин, покращуючи живлення,

захищаючи від біотичних і абіотичних стресів та підвищує їхній імунітет в агроекосистемах та в природних екосистемах. Серед різних мікроорганізмів, що колонізують ризосферу, арбускулярні мікоризні гриби (АМГ) унікальні, тому що вони частково перебувають всередині кореня, а частково ззовні кореня, у такий спосіб впливаючи на інші мікроорганізми в ґрунті, а також на ріст і розвиток рослин. АМГ, утворюючи симбіотичну асоціацію з вищими рослинами, сприяє кращому засвоєнню поживних речовин, таких як фосфор, цинк, мідь та інші, водночас підвищуючи врожайність сільськогосподарських культур.

Досліди проводили на полях Асканійської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту зрошуваного землеробства НААН (Херсонська область, Каховський район) впродовж 2021–2022 рр. на темно-каштанових важкосуглинкових, залишково слабко-солонцюватих ґрунтах в умовах зрошення. Поливи кукурудзи здійснювали дощувальною машиною фронтального типу «Zimmatik».

Схемою досліду було передбачено варіант з обробкою насіння арбускулярними мікоризними грибами (АМГ) та без обробки (контроль) на двох сільськогосподарських культурах — пшениці озимій та кукурудзі. В день посіву культур проводили обробку насіння мікоризою (до складу досліджуваного препарату входили: гриби *Beauveria bassiana* та бактерії *Azospirillum* spp., *Azotobacter* spp).

У підсумку проведених досліджень виявлено, що рослини пшениці озимої та кукурудзи, насіння яких було оброблено, мали більш розвинену й потужнішу кореневу систему вже на початкових етапах росту й розвитку.

На посівах пшениці озимої застосування обробки насіння АМГ забезпечило кращу схожість насіння, покращило розвиток кореневої системи та поглинання поживних речовин з ґрунту, що зі свого боку сприяло кращому кущінню та більшій кількості продуктивних стебел. Так, коефіцієнт кущення пшениці озимої на контрольному варіанті був на рівні 1,61, а кількість продук-

тивних стебел склала 528 шт./м^2, тоді як за обробки насіння арбускулярною мікоризою — 1,89 та 588 шт./м^2 відповідно. Урожайність на варіанті з використанням АМГ становила 7,93 т/га, що перевищувало контроль на 0,87 т/га, або 11,0 %. Щодо якісних показників пшениці озимої, то маса 1000 насінин за обробки насіннєвого матеріалу склала 39,7 г, а натура — 694,8 г, тоді як за контролю — 37,4 г та 689,0 г відповідно. Вміст білка на обох варіантах був майже однаковим, вміст клейковини за обробки насіння був лише на 0,66 % вищим і склав 25,63 %, тоді як на контрольному варіанті — 24,97 %.

Застосування обробки насіння кукурудзи АМГ мало відчутний вплив на структуру врожаю. Так, початок, сформований на обробленій рослині, мав 20 рядів з 32 зернами в ряду, тоді як на контрольному варіанті 16 і 30 відповідно. Середня маса насіння з 1 качана на варіанті з обробкою склала 307,9 г, що на 56,3 г більше ніж на контролі. Як показали результати проведених досліджень, урожайність кукурудзи за інокуляції насіння АМГ становила 13,49 т/га, що на 3,24 т/га, або 24,1 % перевищувало контрольний варіант без обробки посівного матеріалу.

Отже, застосування арбускулярної мікоризи сприяє зміцненню кореневої системи, збільшенню вегетативної маси, дозволяє рослині споживати більше поживних елементів і вологи зі значно більшої площі ґрунту, що забезпечує зростання продуктивності та урожайності сільськогосподарських культур.

ISBN 978-617-7570-71-3

УДК 633.854.54:631.5:631.81

УРОЖАЙНІСТЬ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ РОКУ ТА ОБРОБКИ НАСІННЯ МІКРОБНИМИ ПРЕПАРАТАМИ

М. А. Мельник, С. О. Заєць

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН
вул. Маяцька дорога, 24; смт Хлібодарське, Одеська обл., 67667, Україна
e-mail: szaiets58@gmail.com

Сучасною складовою науково-технічного прогресу в аграрному секторі виробництва є впровадження біологізації та використання органічного землеробства, у якому одна із важливих ролей належить мікробним препаратам. Тому метою дослідження було встановити вплив агрометеорологічних умов року та обробки насіння мікробними препаратами на врожайність сортів льону олійного в системі органічного землеробства Південного Степу України.

В умовах 2023 року польові дослідженнями проводили в сівозміні органічного землеробства Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН. Агротехніка проведення дослідів була загальноприйнятою для органічного землеробства зони півдня України, за винятком досліджуваних факторів. Сівбу проводили 30 березня селекційною сівалкою точного висіву «Клен-1,5» звичайним рядковим способом з шириною міжряддя 15 см на глибину 3–5 см згідно зі схемою досліду. Висівали насіння сортів Орфей і Живинка (харчового спрямування) з нормою 5 млн шт./га. Насіння льону олійного обробляли різними штамами бульбочкових і ендофітних бактерій із колекції культур відділу загальної та ґрунтової мікробіології Інституту мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України згідно зі

схемою досліду: варіант 1 — протруювання хімічним препаратом Супервін, 1,5 л/т; варіант 2 — без обробки насіння водою; варіант 3 — обробка насіння водою; варіант 4 — Ендофіт (*Bacillus* sp. 4), 1,0 л/т; варіант 5 — Ендофіт (*Bacillus* sp. 4), 1,0 л/т + Фітовіт (*S. netropsis* IMB Ac-5025), 0,05 л/т; варіант 6 — Ендофіт (*Bacillus* sp. 4), 1,0 л/т + Фітовіт (*S. netropsis* IMB Ac-5025), 0,05 л/т + Аверком-Н (*Streptomyces avermitilis* IMB Ac-5015 + хітоза), 0,1 л/т; варіант 7 — Екофосфорин (*Azotobacter chroococcum*, *A. vinelandii*, *Agrobacterium radiobacter* і *Bacillus megaterium*), 1,0 л/т.

Загалом агрометеорологічні умови за період вегетації льону олійного були типовими для зони південного Степу України, але дещо різнилися за місяцями. Так, опадів на початку весни практично не було, а у квітні їх випало більш ніж удвічі більше за кліматичну норму, що значно покращило умови для появи сходів та початкового росту рослин. У травні й червні середньомісячні температури повітря були близькими до кліматичної норми, а ось опадів випало менше від норми, особливо у червні, коли їх недобір склав 46 %. У липні опадів випало на 12,6 мм більше ніж зазвичай, але температурний режим був вищим на 1,2 °С. Отже, в умовах 2023 року спостерігалися різні періоди з температурним режимом і опадами, а посушливими вони були в травні і червні, що несприятливо вплинуло на формування продуктивності льону олійного.

Встановлено, що в умовах 2023 року на врожайність сортів льону олійного Орфей і Живинка впливали як погодні умови року, так і сортові особливості та обробка насіння мікробними препаратами. Так, урожайність зерна у сорту Орфей складала 0,72–1,18 т/га, а у сорту Живинка — 0,60–0,99 т/га, що на 3,8–16,7 % менше. Обидва сорти найменшу врожайність — 0,72 і 0,60 т/га відповідно формували в контрольних варіантах — без обробки насіння водою і препаратами, а найвищу — за традиційної технології з використанням мінеральних добрив і системи хімічного захисту. Обробка насіння водою підвищила врожайність

ISBN 978-617-7570-71-3

на 0,02 і 0,03 т/га, але ця величина була в межах похибки досліду (відповідно, $НІР_{0,5}$ дорівнював 0,06 і 0,04 т/га). Серед мікробних препаратів найвищий достовірний приріст урожайності 0,07 т/га на сорті Орфей отримано за обробки насіння одним ендофітним мікроорганізмом Ендофіт (1,0 л/т), а на сорті Живинка 0,14 т/га — за обробки насіння комплексом препаратів Ендофіт (1,0 л/т) + Фітовітом (0,05 л/т) + Аверком-Н. Обробка насіння Екофосфорином (1,0 л/т) лише на сорті Живинка забезпечила достовірне підвищення врожайності на 0,07 т/га.

УДК 639.09:616.99

АНТИГЕЛЬМІНТНА РЕЗИСТЕНТНІСТЬ: ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ ТА ШЛЯХИ ПОДОЛАННЯ

О. В. Семенко[1], О. В. Щербак[2], І. Ю. Пашкевич[1]

[1]Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Виставкова, 16; м. Київ, 03127, Україна

[2]Інститут розведення і генетики тварин ім. М. В. Зубця НААН
вул. Погребняка, 1; с. Чубинське, Київська обл., 08321, Україна

e-mail: semenko_ov@nubip.edu.ua

Незважаючи на те, що сучасні антигельмінтики, які використовують у тваринництві, мають ефективність близько 99 % проти чутливих штамів гельмінтів, невелика кількість гельмінтів, що вижили, є найбільш стійким компонентом популяції цих паразитів, які в подальшому забруднюють пасовища стійкими до антгельмінтиків нащадками і призводять до розвитку антигельмінтної резистентності (АР). Резистентність до антигельмінтиків

описана як стан, за якого звичайне дозування препарату не сприяє подальшому зменшенню кількості гельмінтів і відкладених ними яєць (Silvestre et al., 2009). Отже, першою ознакою АР є збільшення кількості паразитів, здатних пережити дозу препарату, яка була б летальною для більшості представників чутливої популяції того самого виду.

Завдяки ефективності проти чутливих штамів, зручності у застосуванні та відностій дешевізні, нематоцидами, які найбільш широко використовують на теренах нашої держави, вважаються препарати групи бензимідазолів та макроциклічних лактонів (Юськів, 2020).

Резистентність різних шлунково-кишкових нематод до майже всіх препаратів групи бензімідозолів значно поширена серед дрібних і великих жуйних тварин, коней в усьому світі (Fernando et al., 2016). Наразі є докази резистентності до трьох доступних груп антигельмінтиків: бензімідазолів, тетрагідропіримідинів і макроциклічних лактонів (Barrère et al., 2012; Bentounsi et al., 2012; Veríssimo et al.; 2012, Falzon et al., 2013; Schaudry et al., 2014; Muniz-Lagunes et al., 2015). Ця проблема посилюється обмеженою розробкою нових антигельмінтних препаратів (Waller, 2006). Розвиток АР є неминучим наслідком антигельмінтного лікування. Навіть коли буде розроблено нові ліки, гельмінти неминуче також набудуть стійкості до цих препаратів (Schalabi, 2013; Scott et al., 2013). На розвиток АР впливає багато факторів, які можна класифікувати як генетичні, біологічні та виробничі (Jabbar et al., 2006).

Найбільш важливими в умовах сільськогосподарської діяльності є виробничі (експлуатаційні) фактори, оскільки вони прямо залежать від дій фермера і формують основу програми управління АР. На сьогодні запропоновано декілька програм контролю (Kaplan, Vidyashankar, 2012). Проте проблема і досі залишається актуальною. Так, запропоновані біологічні тести *in vitro* (EHT), in vivo (FECRT) (Mierfy et al., 2014) виявляють АР лише тоді, коли принаймі 25 % популяції гельмінтів мають генотип

ISBN 978-617-7570-71-3

резистентності, тобто коли резистентну популяцію вже встановлено. Розроблені молекулярні методи, запропоновані як нові альтернативи для діагностики АР, що можуть компенсувати обмеження, визначені в EHT і FECRT також мають значні обмеження у використанні (Roeber et al., 2013).

Враховуючи, що розвиток антигельмінтної резистентності майже напевно випереджатиме впровадження нових класів препаратів, тепер і в майбутньому програми боротьби з паразитами повинні бути розроблені таким чином, щоб вони були більш стійкими та менш інтенсивними. Крім того, спостереження за кількістю фекальних яєць і тестування на резистентність до антигельмінтиків має бути звичайним компонентом профілактичних програм охорони здоров'я тварин. Лише застосовуючи раціональний підхід до боротьби з паразитами, який ґрунтується на доказах і має на меті сталість, тваринницька галузь може гарантувати, що антигельмінтні препарати залишатимуться ефективними в майбутньому. З огляду на те, що переважна більшість антигельмінтних препаратів та дезінфектантів у їх звичайних концентраціях не володіють овоцидною дією, пошук засобів для надійного і безпечного знищення яєць гельмінтів є актуальним. Одним із можливих шляхів розв'язання цієї проблеми є використання наночастинок.

УДК 534.321.9:542.61:547.979.8:66.046.8:582.284

УЛЬТРАЗВУКОВА КАВІТАЦІЯ ЯК ФАКТОР ПЕРМЕАБІЛІЗАЦІЇ КЛІТИННИХ СТІНОК ДРІЖДЖІВ *PHAFFIA RHODOZYMA*

О. М. Стефанишин[1], А. В. Гунчак[1], В. Л. Старчевський[2], Ю. Т. Салига[1]

[1]Інститут біології тварин НААН
вул. В. Стуса, 38; м. Львів, 79034, Україна

[2]Національний університет «Львівська Політехніка»
пл. Святого Юра, 9; м. Львів, 79013, Україна

e-mail: oliastef@ukr.net

Дріжджі *Phaffia rhodozyma*, відомі також як *Xanthophyllomyces dendrorhous*, перспективні для застосування у біотехнології як природнє джерело каротиноїдів, зокрема найчастіше у рибництві (Shoja et al., 2012) та птахівництві (Стефанишин та ін., 2013; Stefanyshyn et al., 2023). Для покращення біодоступності каротиноїдів важливим етапом залишається приготування препарату із пошкодженою клітинною стінкою, оскільки прогнозується полегшення їх вивільнення в організмі, а також бета-глюкани клітинних стінок (Khoury, El, 2012) можуть бути сорбентами токсинів у травному тракті.

Мета наших досліджень — встановити оптимальний режим руйнування клітин дріжджів *P. rhodozyma* штаму КНГ1 за дії ультразвукового диспергатора для покращення біодоступності каротиноїдів.

Ми вивчали вплив ультразвукових коливань на клітини дріжджів залежно від різного часу обробки рідкої культури штаму КНГ1 дріжджів *P. rhodozyma*. Озвучування проводили за допомогою ультразвукового диспергатора марки УЗД 22/44 з електричною потужністю генератора 400 Вт у робочому діапазоні частот 22 кГц за активного навантаження впродовж 10 хв.,

ISBN 978-617-7570-71-3

20 хв. та 30 хв. Для аналізу взяли по 80 мл аліквот з оптичною густиною D = 1,8 і розрахунковою концентрацією клітин у середовищі культивування 3 г/л. Культуру дріжджів із суслоагару пересівали у колби Ерленмеєра і культивували 2 доби на шейкері, а потім 1 добу на ферментері АНКУМ-2М. Як контроль використовували інтактну культуру клітин дріжджів. Після озвучування готували десятикратні титри і висівали на чашки Петрі із суслоагаром для розрахунку відсотка пошкодження клітин. З осаду озвучених клітин етанолом (по 10 мл) екстрагували каротиноїди. Екстракцію проводили трикратно.

Виживання озвучених клітин знижується у зворотній залежності до часу дії ультразвукового диспергатора. Теоретично розрахункові дані вмісту каротиноїдів після двох- та трьохкратної екстракції нижчі за практично отримані результати, оскільки відхилення між показниками вмісту каротиноїдів в осаді озвучених впродовж 10 хв. клітин складає 25 %. Ця тенденція зберігається і збільшується відхилення у показниках в середньому на 35 ± 2,5 % та 40 ± 2,3 % із збільшенням часу озвучування клітин дріжджів, відповідно за 20 хв. і 30 хв. Відсоток відхилення встановлено в розрахунку середніх значень за часом обробки ультразвуком між 2 та 3-ю екстракціями каротиноїдів. Також спостерігається посилення вивільнення каротиноїдів із клітин у 3-му етапі екстрагування, як порівняти з 2-кратним, причому час озвучування теж впливає на цей процес.

Експериментальними дослідженнями встановлено, що внаслідок озвучування клітин відбувається пошкодження клітинних стінок та вивільнення клітинного вмісту.

УДК 632.937

БІОЛОГІЧНІ ПРЕПАРАТИ ТА ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЇХНЬОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ В АГРОЦЕНОЗАХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Г. М. Ткаленко, С. В. Гораль

Інститут захисту рослин НААН
вул. Васильківська, 33; м. Київ, 03022, Україна
e-mail: microbiometod@ukr.net

Необхідність в істотному покращенні екологічного стану в Україні потребує постійного пошуку способів зменшення пестицидного навантаження на біоценози і підвищення безпеки для довкілля. Тривале застосування хімічних препаратів чинить негативну дію на агроценози, формування урожаю та його якості, призводить до забруднення ґрунтів, виникнення резистентності у шкідників. Усунення цих небажаних післядій можливе лише завдяки максимальному застосуванню високоефективних і водночас екологічно безпечних методів захисту. Останнім часом у захисті рослин від шкідливих організмів переважає тенденція використання інтегрованого захисту рослин, який передбачає, насамперед, широке використання природних механізмів. Ця обставина активно стимулює розвиток біологічного методу.

Багаторічний досвід показує, що ефективне й економічно рентабельне використання біологічних препаратів для контролю шкідливих організмів в агроценозах значною мірою залежить від технології їх виготовлення й застосування.

Якість біологічних препаратів характеризують їхнім титром (КУО, гранул в 1 мл або г препарату), який визначають у процесі виробництва кожної партії і після закінчення гарантійного строку зберігання. У разі зменшення титру біологічних препаратів необхідно корегувати норми їх витрати.

ISBN 978-617-7570-71-3

Для одержання стабільного захисного ефекту біологічні засоби передусім треба використовувати в чітко розроблених програмах, складовими яких є постійний моніторинг фітосанітарного стану, недопущення масового спалаху фітофагів і розвитку збудників хвороб. Оптимізація застосування біологічних препаратів потребує врахування важливих практичних передумов. Обробки необхідно проводити за оптимальних екологічних умов: в суху погоду за температури 20–28 °С вранці або ввечері, за відсутності сонячної інсоляції; за температур нижче 13–14 °С і вище 28–30 °С ефективність біопрепаратів різко знижується; у разі випадання опадів після обробки її необхідно повторити; обробки проводити проти гусениць та личинок молодших віків, оскільки представники старших віків відзначаються підвищеною стійкістю проти біопатогенів; для захисту рослин від збудників хвороб необхідно провести першу профілактичну обробку, а наступні — за першої появи симптомів хвороби; чітко дотримуватися норми витрати препарату, що забезпечує оптимальну кількість діючого компоненту в робочій рідині, а також кількості обробок упродовж вегетації рослин, оскільки біопрепарати характеризуються уповільненою дією, як порівняти з хімічними; кратність обробок залежить від чисельності шкідників, ураженості фітопатогенами, шкідливості й розвитку шкідників і хвороб; під час обприскування необхідно дотримуватися вимог щодо виготовлення робочої суспензії біопрепаратів.

Значно підвищує ефективність біологічних препаратів додавання до робочої рідини речовин, які поліпшують здатність до прилипання: меласи, ОП-7, полівінілацетату (0,05 %). Завдяки цим речовинам довше утримується робочий розчин біопрепаратів на поверхні оброблених рослин, пролонгується їхня патогенність. Зазвичай патогенність біопрепаратів зберігається близько 10 днів після обробки, а з додаванням прилипачів — до 15–20 днів.

Ефективність грибних препаратів, на відміну від бактеріальних, значною мірою залежить від вологості. Біопрепарати на

основі грибних біоагентів треба застосовувати за вологості повітря понад 65 %.

УДК 636:615.281.9:614.9

АНТИМІКРОБНИЙ ПОТЕНЦІАЛ НІЗИНУ ДЛЯ ПЕРЕДДОЇЛЬНОЇ ОБРОБКИ ВИМЕНІ У КОРІВ

Т. С. Труханович[1], Ю. Б. Перкій[2]

Інститут ветеринарної медицини НААН
вул. Донецька, 30; м. Київ, 03151, Україна
e-mail: pro2722@gmail.com

[2]*Тернопільська дослідна станція*
Інституту ветеринарної медицини НААН
вул. Тролейбусна, 12; м. Тернопіль, 46027, Україна
e-mail: yperkiy@ukr.net

Переддоїльна обробка вимені корів проводиться для очищення шкіри дійок для зменшення бактеріального навантаження, поширення патогенних мікроорганізмів і випадків нових інфекцій молочної залози, а також для мінімізації надходження мікроорганізмів у молоко збірне (Mišeikienė et al., 2015; Doyle et al., 2016; Ruegg, 2017; Breen, 2019; Kukhtyn et al., 2021). Більшість засобів для переддоїльної обробки вимені, які сьогодні використовуються на молочних фермах, містять у своєму складі хімічні антибактеріальні речовини: хлоргексидин, йод, хлор, перекис водню та ін. Через появу резистентності до антимікробних речовин усе більш актуальним є попит на нові природні антимікробні субстанції, зокрема бактеріоцини — антимікробні пептиди, синтезовані грампозитивними та грамнегативними бактеріями, та активні проти широкого спектру інших бактерій. Найбільш доступним і перспективним вважається нізин, який використовують у харчовій промисловості (Calo et al., 2015; Phong

ISBN 978-617-7570-71-3

phakdee, Nitisinprasert, 2015; Berrios-Rodriguez et al., 2020; Zhao et al., 2023).

З огляду на це метою роботи було дослідити антимікробний потенціал нізину для переддоїльної обробки вимені у корів.

Дослідження проводили в лабораторіях Тернопільської дослідної станції Інституту ветеринарної медицини НААН та в господарствах ПАП «Агропродсервіс» с. Дмухівці і с. Теофіпілка Тернопільської області. Відбір змивів зі шкіри дійок вимені корів, доставку їх в лабораторію та мікробіологічні дослідження проводили згідно із загальноприйнятими методиками (Kukhtyn et al., 2009). Для виділення мікроорганізмів проводили посіви проб на середовища: стафілококів — BD Baird-Parker Agar (HiMedia, Індія), коліформних бактерій — агар Ендо (Фармактив, Україна), стрептококів — Streptococcus Selection Agar (HiMedia, Індія). Культивування проводили за температури 37 °C, результати оцінювали за 24 год. Ідентифікацію чистих культур проводили за морфологічними, тинкторіальними, культуральними та біохімічними властивостями (Holt et al., 1994).

Встановлено, що мікроорганізми *S. aureus* були чутливими до нізину за концентрації розчину 1,5 %, а зона затримки росту культури на чашках Петрі з МПА становила 17–18 мм. Культури *S. uberis* виявилися чутливими до нізину за нижчої концентрації розчину у 1,0 %, зони затримки росту були 16–17 мм. Переддоїльна обробка вимені корів 1,5 % розчином нізину протягом 30 с сприяла зменшенню кількості клітин *S. aureus* на шкірі дійок у 4,3 раза ($p \leq 0{,}001$) — до 9–12 КУО/см^3 змиву, а *S. uberis* — у 2,4 раза ($p \leq 0{,}01$) — до 5–8 КУО/см^3 змиву. Оскільки нізин не діє на бактерії роду *Escherichia*, необхідно створювати комбінації з органічними кислотами, спиртами або іншими речовинами для прояву синергійного бактерицидного ефекту.

Отже, результати досліджень субстанції нізину показали, що він є перспективним для розробки нового екологічно безпечного засобу для переддоїльної обробки вимені корів.

БІОТЕХНОЛОГІЇ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

УДК 579.64:579.222.3

ВПЛИВ ОПТИМАЛЬНИХ УМОВ КУЛЬТИВУВАННЯ НА СИНТЕЗ КЕРАТИНАЗИ *BACILLUS MEGATERIUM*

К. В. Авдіюк, Л. Д. Варбанець

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України
вул. Академіка Заболотного, 154; м. Київ, 03143, Україна
e-mail: avdikat@i.ua

З кожним роком в Україні зростає кількість відходів птахівництва і тваринництва, що пов'язане з інтенсивним розвитком цих галузей і збільшенням попиту на їхню продукцію. Це спричиняє накопичення в навколишньому середовищі побічних продуктів переробки, збагачених на кератин, які важко піддаються розкладанню, що зі свого боку створює значні екологічні проблеми.

Кератин — це нерозчинний фібрилярний білок, що містить велику кількість дисульфідних та водневих зв'язків, гідрофобних взаємодій; він стійкий до деградації звичайними протеолітичними ферментами (пепсин, трипсин, папаїн). Входить до складу волосся, вовни, пір'я, рогів, нігтів, копит та ін.

Економічно ефективним і екологічно чистим методом боротьби з відходами є деградація кератину мікроорганізмами за рахунок синтезу унікальних за своїми властивостями ферментів. Кератинази — це позаклітинні протеолітичні ензими (переважно, хоча зустрічаються і внутрішньоклітинні), здатні руйнувати нерозчинні кератинові субстрати. Ці ферменти широко застосовуються у шкіряній, харчовій, текстильній промисловості, у сіль-

ISBN 978-617-7570-71-3

ському господарстві в процесах виробництва добрив, корму для тварин, у медицині та косметології, для отримання біопалива, очистки стічних вод та ін.

Метою роботи було підібрати оптимальні умови та параметри культивування *Bacillus megaterium* для підвищення рівня синтезу кератинази. Як базове використовували живильне середовище такого складу (г/л): K_2HPO_4 — 0,3; KH_2PO_4 — 0,4; NaCl — 0,5; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ — 0,1; знежирене куряче пір'я — 5; H_2O — до 1 л, pH 7,0–7,2. Ми досліджували вплив додаткових джерел вуглецевого і азотного живлення, вихідного значення pH живильного середовища, температури вирощування, оптимального вмісту кератинового субстрату, об'єму інокуляту, інтенсивності перемішування на синтез кератинази *B. megaterium*.

Показано, що внесення до складу базового живильного середовища додаткового джерела Карбону чи Нітрогену неоднозначно впливало на рівень кератиназної активності культури *B. megaterium*. Повне пригнічення синтезу ферменту спостерігалося за додавання сульфату амонію, а часткове — у разі додавання глюкози, лактози та мальтози. Картопляний, кукурудзяний та розчинний крохмаль стимулювали синтез кератинази *B. megaterium*. Більшість неорганічних джерел Нітрогену (хлорид і нітрат амонію) не впливали на рівень кератиназної активності цієї культури, а органічні (сечовина, пептон, триптон, дріжджовий екстракт та соєве борошно) — підвищували його на 20–50 %. Проте найефективніший результат отримано за використання соєвого борошна, додавання якого до складу живильного середовища сприяло підвищенню рівня кератиназної активності у 2,5 раза. Водночас спостерігалося 90 % розщеплення кератинового субстрату вже на 2-гу добу культивування, тоді як у контрольному середовищі (базовому) лише на 4-ту добу.

Підбір оптимальних параметрів культивування *B. megaterium* показав, що найбільш оптимальними для синтезу кератинази виявилися: вихідне значення pH живильного середовища 9,0–10,0; температура вирощування 42 °C, кількість інокуляту 15 %,

оптимальний вміст кератинового субстрату 5 г/л, інтенсивність перемішування 212 об./хв.

Отже, підбір оптимальних умов і параметрів культивування сприяв підвищенню рівня активності кератинази *B. megaterium* у 4 рази проти базового середовища.

Кератинази, як потенційні розщеплювачі кератинвмісних відходів, можуть бути широко використані у промислових процесах для розв'язання проблеми утилізації відходів птахівництва і тваринництва.

УДК [602.3:582.232]:546.655

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПАРАМЕТРИ КУЛЬТИВУВАННЯ *NOSTOC COMMUNE* У ФОТОБІОРЕАКТОРІ ЗА ДІЇ МОДИФІКОВАНОГО ДЖЕРЕЛА СВІТЛА

К. В. Бойко, Л. М. Чебан, Ю. Б. Халавка

Чернівецький національний
університет імені Юрія Федьковича
вул. Коцюбинського, 2; м. Чернівці, 58002, Україна
e-mail: boiko.kyrylo@chnu.edu.ua

Процес культивування фотосинтезувальних мікроорганізмів в умовах фотобіореактора потребує постійного контролю та підтримки фізико-хімічних параметрів у межах необхідного оптимуму. Так, зміна умов культивування має безпосередній вплив на продуктивність біомаси мікроорганізмів, характер їх росту. Постійний контроль та регулювання фізико-хімічних параметрів культивування дозволяє спрямувати біосинтез цільових продуктів та отримати максимальні їх кількості. Одним із таких параметрів є освітлення. Під час підбору джерела світла варто враховувати його спектр, адже він прямо впливає на продукційні показники та індукує синтез цільових сполук (Huang et al., 2017).

У конструюванні лабораторних фотобіореакторів невеликого об'єму як джерело світла найчастіше використовують LED-стрічку. Нами здійснено модифікацію цієї світлодіодної стрічки наночастинками кадмію задля наближення її спектру до сонячного світла. Плівку формували змішуванням розчинів наночастинок та 1 % розчином полівінілового спирту, після чого висушували 12 год. за температури 105 °С. Одержану плівку розрізали і механічно закріплювали на поверхні світлодіодної стрічки. Модифіковану стрічку використовували для освітлення фотобіореактора.

Матеріалом для дослідження слугувала культура ціанобактерії *Nostoc* sp. Культуру депоновано в Депозитарії Інституту мікробіології та вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України під реєстраційним номером ІМВ К-19 і надано для дослідження співробітникам нашого університету в рамках договору про співпрацю, за що висловлюємо подяку.

Nostoc sp. — нетоксична ґрунтова ціанобактерія, відома своїми позитивними властивостями. В Україні культуральну рідину та біомасу цієї водорості використовують у складі стимуляторів росту для рослин.

Культивування ціанобактерії здійснювали на живильному середовищі BG-11 за 16-годинного фотоперіоду та за вихідної температури 24 ± 2 °С. Кожного дня щогодинно вимірювали показники температури та кислотності портативним pH-метром. Крім того, кожної третьої доби спектрофотометрично вимірювали густину культури за довжини хвилі 750 нм.

Відзначено незначні коливання pH культиваційного середовища у межах 7,2–7,8 незалежно від типу освітлення у різних варіантах фотобіореактора. Отже, модифікація джерела світла не призводила до якісних змін живильного середовища і не впливала на зміни pH.

Спостерігалося коливання температури впродовж фотоперіоду від 23 °С до 27 °С. Відзначено, що модифікація джерела

світла захищала його від перегріву. Температура за цих умов під час вирощування ціанобактерії не піднімалася вище за 25 °С.

Водночас відзначено коливання температури в межах оптимуму, що становить 25 ± 2 °С. У пробі, що не містила світломодифікувальної плівки, спостерігали більше коливання температури, викликане нагріванням інтегрованого джерела світла під час роботи. В пробі з використанням модифікованого джерела світла відзначили менші перепади температури.

Отже, модифікація освітлювального елемента фотобіореактора забезпечує його стабільну роботу, дозволяє уникнути перегріву культури та не призводить до негативних якісних змін живильного середовища. Цей позитивний вплив індукує підвищення ростової активності *Nostoc* sp., що проявляється у збільшенні густини культури та її забарвлення.

УДК 631.4

БІОТЕХНОЛОГІЇ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ УКРАЇНИ

В. Ю. Гром

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

Біотехнологія — це сукупність промислових методів, які застосовують для виробництва різних речовин із використанням живих організмів, біологічних процесів чи явищ. Сам термін «біотехнологія» з'явився в 70-х роках XX ст. (біос — життя, технос — мистецтво, майстерність, логос — слово, вчення), хоча біотехнологічні принципи людина розробила уже давно — використання життєдіяльності мікроорганізмів для випікання хліба,

ISBN 978-617-7570-71-3

виготовлення сиру та інших молочних продуктів, виноробства, пивоваріння.

З давніх часів людина використовувала біотехнологічні процеси у хлібопеченні, готуванні кисломолочних продуктів, у виноробстві тощо. Але лише завдяки роботам Луї Пастера (середина XIX століття), що довели зв'язок процесів шумування з діяльністю мікроорганізмів, традиційна біотехнологія одержала наукову основу.

Термін «біотехнологія» вперше використав угорський вчений Карл Ереки у 1919 р. для позначення процесів, у яких продукти отримують за допомогою живих організмів. Будучи досить давньою галуззю виробництва, біотехнологія сьогодні — це ультрасучасний етап науково-технічного прогресу в системі біологічних наук.

Упродовж останнього десятиліття світовий розвиток науки демонструє стійку тенденцію до поширення застосування біотехнологій — потужного інноваційного інструменту, в якому використовуються молекулярно-біологічні й насамперед молекулярно-генетичні процеси. Вчені заявляють навіть про так звану «біотехнологічну революцію», яка вже в середньостроковій перспективі визначатиме майбутнє людства практично в усіх сферах життя. Дедалі більше застосування методи біотехнології знаходять у сільському господарстві.

Біотехнологічні процеси враховують під час розроблення біологічних методів боротьби зі шкідниками в сільському господарстві, а також із паразитичними і кровосисними видами. Використовуючи штами певних видів мікроорганізмів (бактерій, грибів), виготовляють препарати, які ефективно знижують чисельність шкідливих видів, не забруднюючи довкілля токсичними сполуками.

Завдяки біотехнологічним продуктам фермери можуть зменшити кількість пестицидів та гербіцидів, а майбутні продукти біотехнологій повинні принести ще більше переваг. Зменшення пестицидного і гербіцидного навантаження означає

менший ризик токсичного забруднення ґрунтів та ґрунтових вод. Окрім того, гербіциди, які застосовуються в поєднанні з генетично модифікованими рослинами, часто є більш безпечними для довкілля, аніж гербіциди попереднього покоління, на зміну яким вони приходять.

Культури, виведені методами біоінженерії, також ведуть до ширшого застосування безвідвальної обробки ґрунту, що в кінцевому підсумку забезпечує зменшення втрат родючості ґрунтів. Хвороби рослин, зокрема грибкові та вірусні, можуть знищити врожай та суттєво знизити якість продукції. Щоб зменшити економічні втрати від хвороб, фермери мусять збільшувати площі для отримання потрібного врожаю. Таке збільшення посівної площі, пального, води та добрива, зумовлюють витрати, які потім будуть відшкодовувати покупці.

Біотехнології надають можливість отримувати сорти, захищені від певних різновидів вірусів. Шляхом перенесення частки ДНК від вірусу до генетичної структури рослини дослідники отримують сорти, у яких є імунітет до певних хвороб. Захищені від хвороб сорти надають сільськогосподарські, економічні переваги фермерам та не забруднюють навколишнє середовище. Сільськогосподарські виробники мають можливість вирощувати більші врожаї на тій же площі та зменшувати витрати ресурсів, таких як робоча сила, добрива, пестициди, насіння та обладнання.

Заохочення застосування біотехнологій, особливо — біологічного відновлення земельних і водних ресурсів, обробки відходів, охорони ґрунтів, відновлення лісу, лісонасадження, відновлення земель дозволить запобігти, призупинити і повернути у зворотному напрямку процес деградації навколишнього середовища.

Отже, біотехнології спроможні допомогти людству розв’язати деякі питання його розвитку (проблеми здоров’я, харчування та ін.). Водночас необхідно враховувати, що неконтрольоване поширення генно-інженерних живих організмів і продуктів

ISBN 978-617-7570-71-3

може порушити біологічний баланс у природі й викликати загрозу здоров'ю людини.

УДК 581.1:632.9:633.1

ВПЛИВ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ НАНОЦИТРАТАМИ ТА ІНШИХ ЗАХОДІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ І ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД НАСІННЯ ПШЕНИЦІ

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

Пшениця за відсотком посівних площ і використанням у різних промислових галузях є однією із найбільш поширених культур у світі. Водночас захист посівів від хвороб і шкідників є важливим для отримання високих врожаїв якісного зерна. Проте значна хімізація заходів захисту рослин призвела до багатьох негативних наслідків для довкілля. У зв'язку із цим багато дослідників приділяють увагу розробці альтернативних заходів захисту рослин із застосуванням наноматеріалів і нанотехнологій та поєднання їх з елісіторами різного походження (Seqhon, 2014; Liu, Lal, 2015; Duhan et al., 2017). Перевагою застосування наночасток та їхніх похідних у рослинництві є не лише їхній антимікробний ефект, а й позитивний вплив на продуктивність культурних рослин. Поєднання застосування деяких наноцитратів і комплексу ґрунтових целюлозолітичних і гетеротрофних мікроорганізмів (біопрепарат (БП) Екстракон), що сприяють оздоровленню ґрунту, здатне створювати комплексний ефект як на урожайність посівів, так і на стан ґрунтового мікробіому (Гуляєва,

2019). Отже, дослідження впливу застосування наночасток та їхніх похідних на продуктивність та якісні показники зерна рослин пшениці має неабияке значення. Тому метою нашої роботи було дослідження впливу передпосівної обробки пшениці наноцитратами на продуктивність і жирнокислотний склад насіння пшениці.

Досліди проводили на базі дослідних ділянок ІМВ НАНУ. Площа дослідної ділянки — 50 м², рослини озимоярої пшениці сорту Зимоярка висівали восени у триразовій повторюваності за такою схемою: 1 — контроль (інтактні рослини); 2 — п. о. наноцитратами I + БП Екстракон; 3 — Se + БП Екстракон; 4 — Ag-Cu + БП Екстракон; 5 — БП Екстракон. У ґрунт дослідних ділянок перед посівом вносили БП Екстракон (Україна) такого складу: *Sporocytophaga mixococcoides*, *Sorangium cellulosum*, *Cellvibrio mixtus*, *Trihoderma viridae*, *Bacilus subtilis*, *B. shaericus*, *B. megaterium*, *B. pumilus*. Для передпосівної обробки насіння застосовували 0,75 % розчини таких наноцитратів: Ag-Cu (концентрація наночасток у вихідному розчині 250 мг/л), I (концентрація наночасток у вихідному розчині 150–200 мг/л), Se (вміст — 100 мг/л) (ТОВ «Наноматеріали і нанотехнології», Україна). Визначення жирнокислотного складу насіння здійснювали методом кислотного гідролізу (Miquel, Browse, 1992). Аналіз складу жирних кислот проведено за використання хромато-мас-спектрометричної системи Agilent 6890N/5973 inert (ІМВ НАНУ).

Нашими дослідженнями показано зростання зернової продуктивності озимої пшениці Зимоярка на варіанті внесення БП Екстракон без обробки насіння на 8,4 %, на варіанті Ag-Cu + БП Екстракон продуктивність була на рівні контролю, а на 2 і 3-му варіантах — зменшувалася. Проте такий показник якості як маса 1000 зернин зростала на варіантах Ag-Cu + БП Екстракон на 11,7 % і за внесення Екстракону без обробки — на 7,9 %. За передпосівної обробки наноцитратами I + БП Екстракон цей показник був на рівні контролю, а на варіанті Se + БП Екстракон знижувався на 11,5 %. Дослідження жирнокислотного складу

ISBN 978-617-7570-71-3

зерна пшениці показало збільшення вмісту як насичених, так і ненасичених жирних кислот проти контролю на варіантах I + БП Екстракон і за внесення Екстракону без обробки. В зерні інших двох варіантів вміст жирних кислот знижувався. Отже, внесення у ґрунт консорціуму мікроорганізмів сприяло збільшенню якісних і кількісних показників урожайності, а у поєднанні з передпосівною обробкою наноцитратами Ag-Cu і I поліпшувало окремі показники продуктивності, як-от масу 1000 зерен і співвідношення вмісту насичених і ненасичених жирних кислот в насінні пшениці.

УДК 636/60:658

РИНОК СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ БІОТЕХНОЛОГІЙ

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 завжди було і залишається одним із найважливіших секторів світової економіки. За останні роки з розвитком технологій, галузь зазнала суттєвих змін. Так, інновації допомогли підвищити врожайність, зменшити кількість відходів і покращити екологічність вирощування. Історія біотехнологій почалася тисячі років тому, ще коли люди навчилися використовувати біологічні процеси бродіння для виробництва хліба, квашення капусти, алкоголю та сиру. А з часом вони також почали змінювати генетичний склад одомашнених рослин і тварин шляхом селекційного розведення. Сьогодні ці методи

вийшли на новий рівень та допомагають сучасним аграріям вирощувати стійкі до природних умов урожаї.

Ринок сільськогосподарських біотехнологій — це галузь, що швидко розвивається. У ній застосовують принципи генетики та біотехнології для підвищення продуктивності сільського господарства та продовольчої безпеки. Ця інноваційна галузь має численні унікальні застосування, зокрема генетичну модифікацію сільськогосподарських культур, розробку нових і вдосконалених добрив, рішення для боротьби зі шкідниками та передові методи селекції для підвищення врожайності та харчової цінності. Доведено, що використання біотехнології в сільському господарстві зменшує використання шкідливих пестицидів і гербіцидів, а також підвищує врожайність і покращує якість продукції.

Контрольоване сільське господарство є чудовим способом вирощувати рослини в місцях, де це неможливо зробити у відкритому ґрунті. В усьому світі свіжі продукти часто імпортуються з інших регіонів, особливо, якщо мова про міста та країни з короткими теплими сезонами. Наприклад, більшість фруктів та овочів на ринки США привозять з Мексики та Південної Америки. Водночас науковці працюють над тим, щоб вирощувати свіжу зелень можна було цілий рік не лише у Нью-Йорку або Києві, а навіть у пустелях Африки. І це стає можливим завдяки землеробству всередині приміщень у контрольованих умовах.

Технології з внутрішнього землеробства у перспективі можуть допомогти нагодувати населення планети, яке до 2050 року може зрости до майже 10 млрд людей. Водночас ця інновація не лише сприяє економії ресурсів, але й демократизує галузь. Тепер фермерством можуть займатися всі охочі, навіть якщо вони не мають власних ділянок із землею.

Американська компанія Freight Farms будує ферми у транспортних контейнерах — для клієнтів, які хочуть нагодувати свіжими овочами та фруктами невелику громаду або ж вести влас-

ISBN 978-617-7570-71-3

ний агробізнес. У контейнері розміщено вертикальні ряди полиць, а саме приміщення оснащене спеціальними датчиками, що контролюють температуру, вологість, освітлення тощо. Керувати всією системою можна через комп'ютер або телефон.

Трактори, що пересуваються полями без водія; супутники, які передають інформацію про стан врожаю; датчики, які щохвилини збирають дані про стан ґрунту та навколишнього повітря — такий опис сучасних технологій, які сьогодні допомагають аграріям, міг би здаватися науковою фантастикою для людей років 50 тому. Проте сьогодні ці інновації об'єднані у поняття «точне землеробство», і саме вони дозволяють фермерам в усьому світі вирощувати більше їжі та водночас пристосовуватися до змін клімату.

Precision agriculture або точне землеробство — це інноваційний підхід до сільського господарства, який використовує технології для оптимізації вирощування сільськогосподарських культур, а саме Big Data-аналіз, IoT-датчики, RTK та інші інструменти для моніторингу посівів й ухвалення рішень на основі даних у реальному часі.

Розвиток точного землеробства є настільки революційним для галузі, що за значенням його порівнюють з винаходом плуга у середині 1800-х років. Так, дослідження Association of Equipment Manufacturers за 2021 рік у США показало, що завдяки цій інновації фермери збільшили врожай на 4 %, зменшили використання добрив на 7 % і гербіцидів на 9 %, скоротили витрату палива на 6 % і води на 4 %. Очікується, що ці показники лише зростатимуть.

Біотехнологія сприяла до розробці нових і вдосконалених сільськогосподарських продуктів. Наприклад, біопестицидів, які виготовляють за допомогою природних організмів, таких як бактерії, гриби чи рослини. Така розробка допомагає боротися зі шкідниками без негативного впливу традиційних хімічних пестицидів на навколишнє середовище. Вони також безпечніші для фермерів та тварин.

Саме інновації у галузі біотехнологій є одним із ключових інструментів для боротьби зі зміною клімату, а саме аномальними посухами та повенями. Науковці намагаються створити сільськогосподарські культури, які можуть краще протистояти тривалим нестабільним умовам навколишнього середовища. Зокрема, через глобальну продовольчу кризу, яка погіршилася через російсько-українську війну, аграрії також прагнуть збільшити поживність рослин та зробити їхнє вирощування легшим. Це у майбутньому дозволить прогодувати більше людей.

Північна Америка є найбільшим ринком для сільськогосподарської біотехнології, за нею йдуть Європа та Азіатсько-Тихоокеанський регіон.

До ключових гравців на ринку сільськогосподарських біотехнологій належать Monsanto Company, Syngenta AG, DowDuPont Inc., Bayer AG, BASF SE та багато інших фірм.

Розмір світового ринку сільськогосподарської біотехнології у 2022 році становив 32,1 мільярди доларів США, а до 2032 року за прогнозами він досягне 77,4 мільярдів доларів США, зростаючи щорічно на 9,4 %

ISBN 978-617-7570-71-3

UDC 579.6+57.04

THE EFFECTS OF WINTER WHEAT PRIMING WITH PLANT GROWTH-PROMOTING BACTERIA

M. M. Kotlyar[1,2], O. O. Kalinichenko[1], O. A. Okhmat[1], O. S. Iungin[1,3]

[1]*Kyiv National University of Technologies and Design*
2 Mala Shiyanovska str., Kyiv, 01011, Ukraine

[2]*JSC «Farmak»*
63 Kyrylivska str., Kyiv, 04080, Ukraine

[3]*Institute of Molecular Biology and Genetics, NAS of Ukraine*
150 Zabolotnogo str., Kyiv, 03143, Ukraine,

e-mail: nikolajkotlar43@gmail.com

Priming plant seeds with bacteria is a technique used in agriculture to promote plant growth, increase productivity, and enhance plant health and ability to resist harsh environments like drought (Eid et al., 2021). The process involves coating the seeds with beneficial bacteria that can enhance the plant's natural defense mechanisms and nutrient uptake. Studies have shown that priming seeds with bacteria can improve seed germination, growth rate, and overall crop yield. Bacteria commonly used for this purpose include *Rhizobium*, *Azospirillum* and *Bacillus* (Ek-Ramos et al., 2019). Moreover, screening of bacterial promising species and communities with plant growth-promoting abilities is an important task for agrobiotechnologists. The benefits of priming seeds with bacteria are numerous, including reducing use of chemical fertilizers and pesticides, enhancing soil health, and promoting sustainable agriculture practices (Riaz et al., 2020). This technique is also cost-effective and easy to implement, making it a viable option for farmers worldwide.

The aim of this study was to estimate the effect of winter wheat seeds priming with endophytic bacteria described as plant growth-promoting.

Two varieties of winter wheat (*Triticum aestivum* L.), Smuglyanka and Podolyanka, produced by the Institute of Plant Physiology and Genetics (National Academy of Science of Ukraine) and the V. M. Remeslo Mironovka Institute of Wheat (Ukrainian Academy of Agrarian Sciences) were used to test seeds germination and plant development in both *in vitro* and pot experiments. Bacterial species used in the study belong to genera *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Ensifer*, *Hafnia* and *Rahnella*. Morphometric plant indexes (biomass weight, plants height, roots length) were tested on 30-day old plants cultivated in climate chamber.

Pseudomonas species mostly affected plant height in both varieties. The height was increased in 13,8 ± 1,2 %. Besides, increased thickness of the stem and pubescence of the roots were observed. However, there was no statistically significant difference between control and plants obtained from primed seeds in other treatments.

Pseudomonas species applied for seeds priming increased winter wheat plants height and could be considered as plant growth stimulating agent.

УДК 579.64:579.264

ПІДБІР СКЛАДУ ЖИВИЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА ТА УМОВ КУЛЬТИВУВАННЯ ДЛЯ *TRICHODERMA LONGIBRACHIATUM* KMB-F-17

А. В. Лесична, Д. О. Бойко, О. А. Дрегваль, Т. В. Скляр

Дніпровський національний
університет імені Олеся Гончара
просп. Гагаріна, 72; м. Дніпро, 49045, Україна
e-mail: alinkalesuchna14@gmail.com

Мікроміцети роду *Trichoderma* широко використовуються для контролю за хворобами рослин, сприяють покращенню

їхнього росту, підвищенню ефективності використання поживних речовин, зміцнюють стійкість рослин і зменшують агрохімічне забруднення. *Trichoderma* — безпечний, недорогий та ефективний засіб біоконтролю для різних культур (Xin Yao et al., 2023).

Метою нашої роботи було дослідити вплив складу живильного середовища та умов культивування на вихід біомаси та фунгістатичну активність нового штаму *Trichoderma longibrachiatum* КМВ-F-17.

Для глибинного культивування триходерми використовували модифіковане середовище Чапека, в якому сахарозу та натрій азотнокислий замінювали на різні Нітроген- та Карбонвмісні сполуки. Як джерело Карбону використовували глюкозу, фруктозу, мальтозу, гліцерин, зелену патоку та кукурудзяний екстракт у концентрації 2 %, а як джерело Нітрогену — автолізат дріжджів, кукурудзяний екстракт, калій азотнокислий, амоній сірчанокислий, амоній хлористий, амоній азотнокислий, L-глутамінову кислоту, аргінін солянокислий у концентрації 0,5 %. Вплив джерел живлення на ріст гриба оцінювали за виходом сухої біомаси ваговим методом.

Фунгістатичну активність фільтратів визначали методом агарових блоків, як тест-культуру використовували *Fusarium culmorum* IMB-F-50716. Фільтрати культуральних рідин після вирощування триходерми у середовищах з різним складом у кількості 5 % додавали до агаризованого середовища Чапека, на поверхню якого поміщали блок із міцелієм гриба-паразита. Визначали відсоток інгібування росту фітопатогена відносно контролю (середовище без фільтрату) на 6-ту добу.

Для визначення впливу початкового pH на ріст гриба використовували значення pH від 3,5 до 7,0, які встановлювали за допомогою pH-метра/іономера PH130-K. Інтенсивність розчинності кисню в середовищі визначали сульфітним методом (16,5; 4,5 та 3,0 ммоль O_2/л за годину).

Найбільш сприятливими для накопичення біомаси досліджуваного штаму виявилися органічні джерела Нітрогену: кукурудзяний екстракт (3,7 ± 0,3 г/л) та дріжджовий автолізат (6,5 ± ± 0,13 г/л). Найбільш сприятливими для росту джерелами Карбону — фруктоза (5,3 ± 0,13 г/л), гліцерин (4,6 ± 1,5 г/л) та зелена патока (4,5 ± 1,0 г/л). Фунгістатична активність *T. longibrachiatum* КМВ-F-17 залежала від джерела Нітрогену та Карбону в середовищі культивування. Високий відсоток інгібування росту тест-культури виявився за використання зеленої патоки або гліцерину як джерела Карбону (63 % та 52,8 %, відповідно) та кукурудзяного екстракту, L-глутамінової кислоти, дріжджового автолізату як джерела Нітрогену (57,9 %, 53,1 % та 53 %, відповідно).

Встановлено, що для глибинного культивування гриба *T. longibrachiatum* КМВ-F-17 у підібраному середовищі на основі зеленої патоки та кукурудзяного екстракту доцільно використовувати початкове значення pH у діапазоні 5,0–6,0, яке забезпечувало високий вихід біомаси (4,3–4,4 г/л). Інтенсивність аерації в діапазоні 3,0–16,5 ммоль O_2/л за годину приблизно однаково впливала на вихід біомаси *T. longibrachiatum* КМВ-F-17 (3,8–4,3 г/л).

Отже, згідно з результатами проведених досліджень зелена патока як джерело Карбону та кукурудзяний екстракт як джерело Нітрогену забезпечують високий вихід біомаси та високу фунгістатичну активність *T. longibrachiatum* КМВ-F-17. Також доцільно використовувати початкове значення pH від 5,0 до 6,0.

ISBN 978-617-7570-71-3

UDC 628.386:631.95

TRANSFER OF POLLUTANTS IN THE SYSTEM «SEWAGE SLUDGE – SOIL – PLANT – HUMAN»

A. B. Mosiichuk, Y. B. Mosiichuk

Institute of Water Problems and Land Reclamation, NAAS
37 Vasylkivska str.; Kyiv, 03022, Ukraine
e-mail: y.mosiichuk@gmail.com

Applying sludge or sludge-derived components to soil can benefit soil's physical, chemical, and biological properties, promoting crop growth (Sequi et al., 2000; Beck et al., 1996). Along with the content of the organic component, the introduction of sewage sludge into the soil is dangerous due to the introduction of pollutants. Pollutants undergo various transformations and transfer processes: leaching into groundwater, runoff, microbial change, absorption by plants and evaporation, transfer of compounds into air and water, and further introduction into the food chain.

The path of decay of organic compounds and the duration to reach a negligible concentration in soils can strongly depend on aerobic conditions or anaerobic decomposition. The distribution of sewage sludge among different soil layers after application shows that they accumulate in the upper soil layers due to binding with different existing organic or mineral fractions. Their mobility and bioavailability to plants and microorganisms can be influenced by several factors, among which soil pH is the most important (European Commission, 2002). Indicators of microbial activity cannot be used as the only indicators of microbial response to pollution, as they do not reflect changes in population structure. Most of the organic material is in the form of both living and dead microorganisms, which provide a large surface area (0.8–1.7 $m^2\ g^{-1}$) for the sorption of hydrophobic organic residues, and it is in this fraction that most of the synthetic organic compounds are found (Rogers, 1996).

A decrease in soil pH in the range of pH 7 to pH 4 causes an increase in Cd, Ni, and Zn absorption. The same effect is observed for Cu but less pronounced. A decrease in pH does not affect the absorption of Pb and Cr. Application of sludge to soil with a pH below 5 should be avoided. Limiting values should refer to the bioavailable fraction of metals in the ground rather than the total concentration. However, the bioavailable fraction for all heavy metals is currently undefined (European Commission, 2002).

The most common contaminants introduced into the soil from sewage sludge are five main types of pathogens: bacteria, viruses, fungi and yeasts, parasitic worms, and protozoa. Humans and animals are sensitive to some microorganisms, which can cause numerous pathologies, ranging from simple digestive disorders to fatal infections. Therefore, it is necessary to observe hygienic principles during sewage sludge collection, transportation, processing, storage, and distribution. The population of the pathogenic agent decreases faster when the silt spreads on the soil surface rather than during plowing (European Commission, 2002; Böhm, 2000).

Taking into account the currently available knowledge about the impact of the introduction of sewage sludge into the soil, it is known that the transfer of organic compounds to water is low, microorganisms adapt to changing conditions, and numerous organic compounds quickly decompose in the soil; from the point of view of plant protection, limit values do not seem necessary, since the transfer of most organic compounds into the plant does not occur; restrictions should focus on bioaccumulative compounds that are dispersed in pastures, such as polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans and polychlorinated biphenyls; studies of organic pollutant levels in sludge should be conducted at treatment plants, focusing on specific organic pollutants found in the wastewater catchment area of the treatment plant.

Based on the description of the transport mechanisms of various pollutants carried by sludge into the environment, the European Com-

ISBN 978-617-7570-71-3

mission has developed a model for assessing their impact, which includes (European Commission, 2002):

– transport of pollutants in the soil (in particular, due to runoff and leaching);

– transfer of contaminants to plants for comparison with limit values in foodstuffs;

– accumulation of pollutants in the soil;

– time to reach the specified limit value of contaminants in the ground.

УДК 579.64:57.083.223:631.89:87

БІОЛОГІЧНА МОДИФІКАЦІЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЇХНЬОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Т. С. Сасіна, С. Б. Дімова, К. І. Волкогон, Л. А. Шевченко

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

Унаслідок стрімкого зростання населення планети та обмеженості територій, придатних для вирощування сільськогосподарських культур, існує потреба в постійному збільшенні продуктивності агроценозів. Найчастіше це питання розв’язується шляхом інтенсивного застосування мінеральних добрив. Проте ступені засвоєння рослинами діючої речовини з добрив невисокі: азоту — в межах 35–50 %, фосфору — близько 20 %, калію — від 25 до 65 % залежно від типу ґрунту (Кореньков, 1991; Vitousek et al., 1997; Tilman, 1998). Тому пошук шляхів підвищення

ефективності мінеральних добрив стає дедалі актуальнішим. Доволі розповсюдженим агроприйомом сьогодні стає застосування по мінеральному агрофону мікробних препаратів на основі агрономічно корисних мікроорганізмів.

Останнім часом з'являється інформація про можливість нанесення агрономічно корисних мікроорганізмів на гранули мінеральних добрив. Згідно з окремими публікаціями, у такий спосіб можна підвищити ефективність туків (Джуманиязова та ін., 2018; Скрипка та ін., 2016; Ahmad et al., 2017). У зв'язку з цим ми досліджували ефективність мінеральних добрив, збагачених мікроорганізмами, у вирощуванні картоплі.

У дослідженнях використали попередньо виділені нами штам *Bacillus* sp. 102, ізолят 3_7 та ізолят 5_{13}. Зазначені мікроорганізми обрали для досліджень, оскільки вони характеризуються значною кількістю корисних для культурних рослин властивостей: розчиняють мінеральні фосфати, продукують фітогормони та проявляють целюлозолітичні властивості.

Дослідження проводили у 2023 р. в умовах дрібноділянкового польового досліду на дерново-підзолистому ґрунті за вирощування картоплі сорту Гранада. Суспензії вищезазначених мікроорганізмів наносили на гранули азофоски (NPK 16:16:16), додаючи в окремих варіантах крохмаль. Повторність досліду — шестикратна.

У фазу цвітіння визначали вплив біомодифікованих мінеральних добрив на вміст хлорофілів *a* і *b* у листках картоплі. Збагачення мінеральних добрив ізолятом 5_{13} у поєднанні з крохмалем найбільшою мірою забезпечило зростання вмісту хлорофілу *a*, а збільшення вмісту хлорофілу *b* найбільше забезпечує збагачення добрив цим же ізолятом, але у варіанті без крохмалю. Найменші значення відзначено у контрольному варіанті.

Облік урожайності картоплі свідчить про зростання показників на 21,9 % за застосування *Bacillus* sp. 102 для збагачення азофоски. За використання ізоляту 3_7 урожайність культури зросла на 29,1 %, ізоляту 5_{13} — на 8,0 % (табл.).

ISBN 978-617-7570-71-3

Таблиця. ***Вплив біомодифікованих добрив на загальну урожайність картоплі***

Варіанти досліду	Урожайність, т/га	Приріст до контролю	
		т/га	%
Без крохмалю			
Без обробки, контроль	223,1	–	–
Bacillus sp. 102	271,9	48,8	21,9
Ізолят 3_7	287,0	64,8	29,1
Ізолят 5_{13}	241,0	17,9	8,0
З крохмалем			
Без обробки	236,5	13,4	6,0
Bacillus sp. 102	254,5	31,4	14,1
Ізолят 3_7	252,8	29,7	13,3
Ізолят 5_{13}	248,9	25,8	11,6
$НІР_{05}$	24,3		

Отже, нами підтверджено перспективність застосування біологічно модифікованих мінеральних добрив у вирощуванні картоплі. Подальші дослідження можуть мати теоретичне та практичне значення.

УДК 579.62

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИШТАМОВИХ ПРОБІОТИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ У СВИНАРСТВІ

Д. О. Соколов, Н. М. Грегірчак

Національний університет харчових технологій
вул. Володимирська, 68; м. Київ, 01033, Україна
e-mail: dmitry.sokolov@arterium.ua

Свинарство й вирощування великої рогатої худоби є найважливішими галузями тваринництва в світі, які на цей час сприяють задоволенню потреб населення в протеїні. На сьогодні у тваринництві неможливо досягти високих продуктивних показників без використання спеціалізованих кормових добавок (Radzikowski, Milczarek, 2021).

Нині актуальним у свинарстві є використання пробіотиків, що проявляють ефективність за рахунок конкурентного усунення патогенів, хронічних запальних та алергічних захворювань, а також відіграють важливу роль в імуномодуляції та імуностимуляції (Шелест, 2022).

Тому метою нашої роботи є аналіз літературних відомостей щодо сучасних досліджень застосування мультиштамових пробіотичних препаратів у свинарстві.

Матеріали цієї роботи представлено результатами літературного аналізу наукових досліджень закордонних вчених у періодичних спеціалізованих виданнях та стосуються особливостей використання мультиштамових пробіотиків у свинарстві.

Для підвищення ефективності виробництва сучасна свинарська промисловість адаптувала деякі передові, але неприродні методи розведення, які можуть викликати певний стрес у свиней, спричиняючи зміни у складі кишкової мікробіоти та підриваючи стійкість свиней до патогенів. Попри те, що в літературі все ще немає узгодженості та важко зробити узагальнення щодо ефекту

ISBN 978-617-7570-71-3

використання пробіотиків у вирощуванні свиней через різницю у використовуваних мікробних штамах, застосованих дозах, тривалості лікування, а також методах господарювання, більшість літературних даних свідчить, що введення пробіотичних штамів окремо або в комбінації значно покращує середньодобовий приріст, середньодобове споживання корму й коефіцієнт конверсії корму свиней (Wellison, 2022).

Серед видів, які найчастіше використовуються для виготовлення цих продуктів є *Bacillus subtilis* — бактерія, яка здатна стимулювати імунну систему, виробляти ферменти, протистояти бар'єрам кислотного pH шлунка та виробляти антимікробні речовини, які пригнічують різні патогенні мікроорганізми (Grethel Milián, Ana Rondón, 2022). Так, використання пробіотика на основі *Bacillus licheniformis* і *B. subtilis* за 2 тижні до передбачуваної дати опоросу та протягом періоду лактації зумовило зменшення діареї поросят, зниження смертності перед відлученням та збільшення маси на момент відлучення (Liao, Nyachoti, 2017).

Проведено дослідження інгібіторного ефекту супернатанту *Lactiplantibacillus plantarum* (LP-1S) на вірус епідемічної діареї свиней (PEDV), що переважно вражає тонкий кишковик і спричиняє запальну реакцію та врешті-решт призводить до тяжкої діареї, блювоти, зневоднення та навіть смерті поросят (Kan, 2023). Виявлено, що LP-1S має потенційну терапевтичну цінність проти PEDV, яка реалізується шляхом модуляції Ca_2^+. Це може забезпечити отримання нового препарату для лікування інфекції PEDV.

Отже, у свинарстві мультиштамові пробіотики відіграють важливу роль завдяки їхній противірусній, антимікробній та антиадгезивній дії, що сприятливо впливає на мікробіоту свиней, їхню репродуктивну здатність, стійкість організму до хвороб, покращення середньодобового приросту, споживання корму. Все це сприяє підвищенню виробничих показників і має стимулювати тваринників до збагачення кормів для свиней відповідними спеціалізованими кормовими добавками на основі пробіотиків.

ЕКОЛОГІЯ МІКРООРГАНІЗМІВ

УДК 579.64:632.3:632.911.2:635.073:635.21

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПОШИРЕННЯ ЗБУДНИКІВ ЧОРНОЇ НІЖКИ ТА М'ЯКОЇ ГНИЛІ КАРТОПЛІ *PECTOBACTERIUM ATROSEPTICUM* ТА *PECTOBACTERIUM CAROTOVORUM* SUBSP. *CAROTOVORUM* В УРОЖАЇ КАРТОПЛІ 2021 РОКУ

Н. Г. Грицева[1,2], Л. М. Сківка[1]

[1]Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННЦ «Інститут біології та медицини»
вул. Володимирська, 64/13; м. Київ, 01601, Україна

[2]ТОВ «Сингента»
вул. Козацька, 120/4; м. Київ, 03022, Україна

e-mail: nataliyavorobiova@ukr.net

Хвороби бактеріальної етіології є однією з основних загроз для виробництва картоплі у всьому світі через накопичення та поширення фітопатогенів у сільськогосподарському середовищі (Padilla-Gálvez, 2021). Серед бактеріальних хвороб найбільш шкодочинною для картоплі є чорна ніжка картоплі у полі під час вегетації та м'яка гниль картоплі під час зберігання та транспортування (Kaczynska et al., 2021). До етіологічних агентів, які спричиняють захворювання на чорну ніжку та м'яку гниль (бульб) у посівах картоплі, відносять представників родів *Pectobacterium* та *Dickeya*, що належать до родини *Pectobacteriaceae* (Sarfraz, 2020; Charkowski, 2020). З усіх представників пектолітичних бактерій, що викликають м'яку гниль і чорну ніжку, *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* є повсюдним

ISBN 978-617-7570-71-3

некротрофним фітопатогеном, що має широке коло господарів і здатність виживати в різних середовищах (Tameh, 2020). З іншого боку, *Pectobacterium atrosepticum* обмежений картоплею та є основною причиною м'якої гнилі бульб картоплі у помірному кліматі (Potrykus, 2014; Hyeongsoon, 2022). Метою нашого дослідження було провести аналіз поширення збудників чорної ніжки та м'якої гнилі картоплі *P. atrosepticum* та *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* в урожаї картоплі на території Одеської та Київської областей у 2021 році. Об'єктами досліджень були бульби з Київської та Одеської областей без візуальних ознак ураження, відібрані відповідно до ДСТУ 4014-2001. Наявність збудника *P. atrosepticum* визначали імунохімічним методом (Sandwich-варіант) DAS ELISA з використанням комерційних тест-систем LEOWE® Standard Complete Kit (LOEWE® Biochemica GmbH, Німеччина) відповідно до інструкції виробника. Виявлення збудника *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* проводили методом ПЛР у реальному часі з використанням Bio-Rad CFX96 Touch (Bio-Rad, США). Розрахунок відсоткового поширення інфекції проводили за формулою: n/N×100 %, де n — кількість уражених бульб; N — загальна кількість бульб (Joko, 2016).

Погодні умови в досліджуваних областях у 2021 році склались таким чином, що найбільша кількість опадів у Київській та Одеській областях за період вегетації картоплі спостерігалась у травні — 104,5 мм та червні — 114,0 мм відповідно. Середня температура ґрунту у період посадки, вегетації та збору урожаю для Київської області коливалася від 14,3 °С у травні до 13,9 °С у вересні, для Одеської області — від 16,2 °С у травні до 16,9 °С у вересні.

Відповідно до отриманих даних, встановлено, що моно-інфекцію *P. atrosepticum* було виявлено у 70,0 % бульб з Київської області та в 10,0 % бульб з Одеської області. Водночас моно-інфекція *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* спостерігалася лише у бульбах з Одеської області з показником у 30 %. Щодо поширення змішаної інфекції у Київській та Одеській областях

показники становили 10,0 % та 5,0 % відповідно. Отримані нами дані узгоджуються з попередніми науковими дослідженнями Kaczynska et al. та Saha et al., згідно з якими *P. atrosepticum* переважно трапляється у більш прохолодних помірних регіонах в усьому світі, викликаючи симптоми за середньої температури нижче від 25 °C, тоді як *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* росте за значно вищих температур (Kaczynska et al., 2021; Saha et al., 2015).

UDC 579.222+579.017.8+579.852

SULFIDOGENIC ACTIVITY OF *MOORELLA THERMOACETICA* NADIA-3 BACTERIA WHEN USING ARTIFICIALLY GROWN SULFUR AND CHROMIUM-CONTAINING MINERALS

S. V. Demchuk[1], A. A. Halushka[1], T. B. Peretyatko[1,2]

[1]*Ivan Franko National University of Lviv*
4 Hrushevsky str.; Lviv, 79005, Ukraine

[2]*National Antarctic Scientific Centre*
16 Taras Shevchenko Boulevard; Kyiv, 01601, Ukraine

e-mail: demchuk.sofa@gmail.com

Sulfur is one of the most important elements. Microbial oxidation and reduction of sulfur compounds are the most active and oldest metabolic processes in the sulfur cycle occurring in diverse ecosystems. This process is carried out by sulfur-oxidizing and sulfur-reducing bacteria, respectively, in all ecosystems and they are considered key in the biogeochemical cycle of sulfur (Meng et al., 2022). A number of species of sulfur-reducing bacteria belong to the domain Archea, which are among the oldest forms of life on Earth. They are often extremophiles, living in thermal springs. Many bacteria reduce small amounts of sulfates to synthesize sulfur-containing cell components (Kumar et al., 2018). The interaction of minerals and microorganisms

plays an important role in environmental change, biogeochemical cycle of elements and formation of ore deposits. Minerals have both beneficial and detrimental effects on microorganisms, resulting in mineral-specific microbial colonization. Through their activities, microorganisms affect the dissolution, transformation, and precipitation of minerals, resulting in genetically controlled or metabolically induced biomineralization (Dong et al., 2022).

The aim of the work was to study the sulfidogenic activity of sulfur-reducing thermophilic bacteria *Moorella thermoacetica* Nadia-3 when using artificially grown sulfate and chromium-containing minerals.

Bacteria *M. thermoacetica* Nadia-3, isolated from rock samples from the spoil heap of the "Nadia" mine of the Chervonograd mining region (Lviv region, Ukraine) at a depth of 50 cm, were cultivated in TF medium for 14 days with the addition of artificially grown minerals and elemental sulfur. Artificially synthesized sulfate- and chromium-containing minerals by employees of the Mineralogical Museum of the Faculty of Geology of Ivan Franko National University of Lviv were used in the work.

The presence of chromium in the minerals promotes the growth and sulfidogenic activity of *M. thermoacetica* Nadia-3 bacteria. The addition of the $KAl[SO_4]_2 \cdot 12H_2O$: $KCr[SO_4]_2 \cdot 12H_2O$ (7 : 3) mineral stimulated the growth of bacteria and the accumulation of hydrogen sulfide.

The effect of chromium-containing minerals on the sulfidogenic activity of *M. thermoacetica* Nadia-3 bacteria is temporary, because after 14 days of cultivation, the microorganisms accumulated a small amount of hydrogen sulfide. This may be due to depletion of nutrients in the medium or other factors that affect the activity of bacteria.

During the cultivation of *M. thermoacetica* Nadia-3 bacteria in media with different sulfate-containing insoluble minerals with different mass fractions of chromium, the concentration of sulfate ions was the highest in the media with the mineral $KAl[SO_4]_2 \cdot 12H_2O$: : $KCr[SO_4]_2 \cdot 12H_2O$ (1 : 1). The lowest concentration of sulfate ions

was found during cultivation of *M. thermoacetica* Nadia-3 bacteria in a medium with $KAl[SO_4]_2 \cdot 12H_2O : KCr[SO_4]_2 \cdot 12H_2O$ (7 : 3). The different content of chromium in minerals affects the sulfidogenic activity of bacteria *M. thermoacetica* Nadia-3, which makes it possible to regulate the content of hydrogen sulfide in mineral-containing environments.

UDC 579.[266.4:846.2]:574.635

EFFECTS OF ARTIFICIALLY GROWN CHROMIUM AND SULFATE-CONTAINING MINERALS ON SULFIDOGENIC ACTIVITY OF *DESULFOTOMACULUM* SP. AR1 BACTERIA

H. M. Zakaraia[1], N. S. Verkholiak[2], T. B. Peretyatko[1,3]

[1]*Ivan Franko National University of Lviv*
4 Hrushevsky str.; Lviv, 79005, Ukraine

[2]*Lviv Medical University*
76 V. Polishchuk str.; Lviv, 79029, Ukraine

[3]*National Antarctic Scientific Centre*
16 Taras Shevchenko Boulevard; Kyiv, 01601, Ukraine

e-mail: zakaraya2002@icloud.com

The presence of chromium can affect the formation of hydrogen sulfide by sulfate-reducing bacteria under different cultivation conditions. In the aquatic environment, chromium can exist in various forms, in particular, chromate, dichromate ions, as well as in the form of reduced chromium (Gregersen, 2023). The sulfidogenic activity of microorganisms also depends on the concentration of sulfate ion — the final electron acceptor for sulfate-reducing bacteria.

Nowadays, chemical purification methods are most often used to neutralize sulfate- and metal-containing effluents. The cost of such

ISBN 978-617-7570-71-3

processes is high due to the not very high efficiency of removal of sulfate ions and heavy metals. As an alternative to the chemical method, the possibilities of using microbiological processes are being considered. Sulfate-reducing bacteria, which can reduce sulfate ion and other oxoanions of sulfur, which are part of insoluble or sparingly soluble compounds, such as minerals, are promising microorganisms for purifying wastewater from heavy metal ions (Peretyatko et al., 2010).

The aim of the work was to study the effects of artificially grown chromium and sulfate-containing minerals on the sulfidogenic activity of *Desulfotomaculum* sp. AR1 bacteria.

Bacteria *Desulfotomaculum* sp. AR1 were isolated from the domestic and industrial wastewater treatment system of Lviv city (Verkholiak et al., 2018).

Bacteria *Desulfotomaculum* sp. AR1 were cultivated for 14 days in Postgate C medium, to which various minerals, synthesized by the employees of the mineralogical museum of the Faculty of Geology of Ivan Franko National University of Lviv, were added: $KAl[SO_4]_2 \times \times 12H_2O$: $KCr[SO_4]_2 \cdot 12H_2O$ (1 : 1), $KAl[SO_4]_2 \cdot 12H_2O$: $KCr[SO_4]_2 \times \times 12H_2O$ (oxidized), $KAl[SO_4]_2 \cdot 12H_2O$: $KCr[SO_4]_2 \cdot 12H_2O$ (7 : 3), $KAl[SO_4]_2 \cdot 12H_2O$: $KCr[SO_4]_2 \cdot 12H_2O$ (1 : 1).

Chromium in the minerals affects the sulfidogenic activity of *Desulfotomaculum* sp. AR1 bacteria. The highest sulfidogenic activity was detected when $KCr[SO_4]_2 \cdot 12H_2O$ was added, the concentration of hydrogen sulfide after 14 days of bacterial cultivation under these conditions was 6.8 mM, which is 1.3 times less compared to the control values. In the presence of $KAl[SO_4]_2 \cdot 12H_2O$: $KCr[SO_4]_2 \cdot 12H_2O$ (7 : 3) or $KAl[SO_4]_2 \cdot 12H_2O$: $KCr[SO_4]_2 \cdot 12H_2O$ (1 : 1) in the medium, the concentration of hydrogen sulfide was 3.5 mm.

The concentration of sulfate ion during the cultivation of *Desulfotomaculum* sp. AR1 bacteria was the highest in the medium with $KCr[SO_4]_2 \cdot 12H_2O$. The lowest concentration of sulfate ion was found during the cultivation of *Desulfotomaculum* sp. AR1 in a medium

with $KAl[SO_4]_2 \cdot 12H_2O$: $KCr[SO_4]_2 \cdot 12H_2O$ (1 : 1). Therefore, *Desulfotomaculum* sp. AR1 can reduce sulfate ions in artificially grown minerals in the absence of soluble sulfate-containing compounds in the medium.

УДК 579.26:575.116.12

ВИВЧЕННЯ ПОТЕНЦІАЛУ ПЕРЕДАЧІ ГЕНУ *nptII* ВІД ТРАНСГЕННИХ РОСЛИН ДО ЕНДОФІТНИХ БАКТЕРІЙ, ЩО КОЛОНІЗУЮТЬ ТКАНИНИ КАРТОПЛІ

Н. В. Карачинська, А. І. Парфенюк, А. М. Ліщук

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

Передача стійкості до антибіотиків між різними бактеріями є доведеним явищем. Так, показано перенос стійкості до антибіотиків від *Acinetobacter baumannii* до *Escherichia coli* і *Proteus mirabilis* (Blahova et al., 2001).

Відомо, що тканини рослин, зокрема й ті, які культивуються в умовах *in vitro*, заселені бактеріями-ендофітами (Podolich et al., 2023). Як порівняти з вільноіснуючими бактеріями, ендофіти утворюють стабільніші асоціації з рослиною і виживають у рослинних тканинах протягом вегетації (Koskimäki et al., 2022). Відомо, що *Methylobacterium radiotolerans* ІМБГ 290, тісно асоційована з рослинами картоплі, колонізує всі органи рослин (листя, стебла, корені й мікробульби) (Подоліч та ін., 2007) і здатна тривалий час зберігатися у тканинах рослин після клонального мікророзмноження.

Метою дослідження було виявлення можливості горизонтального перенесення *nptII* гена від трансгенних рослин картоплі

ISBN 978-617-7570-71-3

до ендофітних бактерій. Трансгенні рослини картоплі сорту Загадка, отримані нами в результаті трансформації *A. tumefaciens p35SGUSint* (Vancanneyt et al., 1990) було інокульовано *M. radiotolerans* ІМБГ 290, як описано раніше (Подоліч та ін., 2005). Інокульовані трансгенні рослини картоплі підтримували у культурі *in vitro* на живильному середовищі Мурасіге-Скуга з додаванням канаміцину (100 мг/л Км). Після 42 діб культивування рослин здійснювали виділення бактерій з тканин картоплі за асептичних умов. Гомогенізований матеріал розводили та висівали на середовище КВ (King et al., 1954) з різними концентраціями канаміцину 0, 10, 25, 50, 100 мг/л у трикратній повторності.

У підсумку мікробіологічного тестування інокульованих трансгенних рослин картоплі, тільки у варіантах без антибіотиків (КВ + 0 мг/л — контроль) спостерігали ріст колоній цієї бактерії діаметром близько 1 мм, кількість бактерій складала $3{,}4 \cdot 10^3$ КУО/г сирої маси. У варіантах, де середовище КВ було доповнене канаміцином, бактерій не виявлено.

Виділені бактеріальні ізоляти було проаналізовано за використання полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР) на можливість інтеграції гену *nptII* із очікуваним розміром продукту 700 п. н. У підсумку ПЛР у пробах з бактеріальною ДНК не виявлено очікуваного продукту гену *nptII.*

Отже, за культивування трансгенних рослин картоплі інокульованих *M. radiotolerans* ІМБГ 290 на живильних середовищах у присутності канаміцину, нами не виявлено горизонтального переносу *nptII* гену від трансгенних рослин до ендофітних бактерій. Проте подальше широке використання трансгенних рослин у аграрному господарстві зумовлює необхідність продовження досліджень щодо їхньої безпечності для навколишнього природного середовища.

ВІРУСОЛОГІЯ РОСЛИН І ТВАРИН

УДК 578.2:632.3

РОЛЬ ФІТОВІРУСІВ ТА ЕНТОМОФАУНИ ЯК БІОТИЧНИХ ЧИННИКІВ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ В АГРОЦЕНОЗАХ

А. М. Ліщук, А. І. Парфенюк

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

Формування екологічних ризиків в агроценозах зумовлене розвитком і поширенням ценотичних популяцій, збудників хвороб, фітовірусів та ентомофауни.

Серед численних фітопатогенних хвороб рослин вірусні інфекції є вагомим біотичним фактором, який несе загрозу фітосанітарному стану агроценозів та впливає на зниження продуктивності культур, товарність та якість продукції. В Україні середні втрати врожаю культур, викликані різними вірусними інфекціями в агроценозах, визначені на рівні: для зернових культур від вірусу жовтої карликовості — 60–96 %; для пшениці від вірусу смугастої мозаїки — 20–63 %; для сої від вірусу карликовості — 11–46 %; для бобових від вірусу мозаїки сої — 26–67 %; для овочевих культур від огіркової мозаїки — 3–80 % та тютюнової мозаїки — 39–57 %; для картоплі від Y-вірусу — 4–80 %, X-вірусу — 40–52 % (Фурдичко, Бойко та ін., 2020).

Екологічний ризик поширення фітовірусів в агроценозах зумовлюють фактори їх інтродукції за допомогою відповідних переносників. Вплив зміни погодних умов безпосередньо на сам фітовірус — лише у 5 %, але фактору міграції належить 71 %, зміні популяції векторних організмів — 16 %, рекомбінаційним

ISBN 978-617-7570-71-3

подіям у вірусних геномах — 5 %, агротехнологіям — 3 % (Anderson, 2004).

Комахи-переносники сприяють інтенсивному поширенню вірусів за зміни власних рослин-живителів. Вони отримують фітовірус, контактуючи з інфікованою рослиною, і в процесі подальшої міграції й харчування заражають здорові рослини в агроценозі. Серед комах-переносників вірусів переважають попелиці, у яких еколого-економічний поріг шкодочинності на посівах озимої пшениці в умовах помірно теплої та вологої погоди на одне стебло складає: 5–10 особин у фазі цвітіння, 15–20 особин у фазі формування зерна, 25–30 особин у період молочної стиглості зерна озимої пшениці (Арєшніков, 1992). Хвороби вірусного походження зазвичай відносять до трансмісивних інфекцій, збудникам яких притаманна передача в просторі за допомогою векторів: активних переносників (комахи, кліщі, нематоди тощо), пилку рослин-господарів, безпосереднього контакту хворих і здорових рослин, а також у часі із зимуючими стадіями переносників, насіннєвим і посадковим матеріалом рослин-господарів.

Фітопатогенні віруси, на відміну від бактерій та мікроміцетів, не здатні самостійно інфікувати рослини, а проникненню їх до тканин рослин сприяють вірусоспецифічні комахи-переносники. Серед вірусних трансмісивних інфекцій виділено такі підгрупи: типові трансмісивні, трансмісивно-насіннєві, трансмісивно-контактні та трансмісивно-контактно-насіннєві інфекції (Балан, Мілкус, 2020).

Так, наприклад, в агроценозах України спостерігається інтенсивне зараження рослин картоплі вірусами смугастої мозаїки картоплі (*Potato Y virus — PVY*), який передається у просторі різними видами попелиць (крушинова попелиця) та у часі з насінням бульб, що дає можливість стверджувати про жорсткий природний інфекційний фон (Дмитрук, 2020). Поширення вірусу смугастої мозаїки пшениці (*Wheat streak mosaic virus*) у природі здійснюється за допомогою персистентних векторів — кліщів

роду *Aceria*. Захворювання жовтяниця цукрового буряку формується під впливом вірусу *Beet yellows virus* (*BYV*), чисельність якого визначається розвитком векторів вірусної інфекції — різних видів попелиці (персикова (*Myzodes persicae*), бурякова (*Aphisfabae*) та ін.) (Андрусик, 2013).

Погіршення фітосанітарного стану агроценозів та спалахи хвороб підгрупи трансмісивно-контактно-насіннєвих вірусних інфекції (бронзовість томатів, карликова мозаїка кукурудзи, мозаїка буряків, мозаїчне закручування листя картоплі) відбуваються періодично за масового розмноження комах-переносників та тривалого їхнього живлення на рослинах.

Отже, превентивна оцінка екологічних ризиків в агроценозах за врахування фітовірусів та ентомофауни як біотичних чинників забезпечить прогнозування та визначення рівня небезпеки та можливість регуляції природної рівноваги біоти для запобігання масовому поширенню й розмноженню окремих шкодочинних видів.

УДК 636.92.09:616.98(477)

ПОШИРЕНІСТЬ ГЕМОРАГІЧНОЇ ХВОРОБИ КРОЛІВ (RHDV (GI.1) ТА RHDV2 (GI.2)) В УКРАЇНІ У 2021–2022 РОКАХ

А. А. Меженський, Н. А. Меженська, Я. П. Криця, А. О. Меженський, С. А. Ничик

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

Геморагічна хвороба кролів (син.: чума кролів, геморагічна пневмонія кролів; абр.: ГХК, RHD) є найбільш загрозливою інфекційною хворобою як для великих промислових кролівничих

господарств, так і для невеликих присадибних ферм (Lukefahr et al., 2022; Дуда та ін., 2022; Chen et al., 2022).

Метою роботи є дослідження поширеності та особливостей прояву ГХК в Україні у 2021−2022 рр.

Дослідження проводили в лабораторії «Науково-дослідний навчальний центр діагностики хвороб тварин» ІВМ НААН в рамках затверджених програм наукових досліджень (ПНД) НААН: ПНД 35 «Розроблення сучасних ветеринарних препаратів і забезпечення здоров'я тварин (Забезпечення здоров'я тварин)» (державна реєстрація № 0121U108463, 2021−2023 рр.) та у 28 приватних кролівничих господарствах Вінницької, Житомирської, Київської, Львівської, Одеської, Полтавської, Сумської, Харківської, Хмельницької та Чернігівської областей України, в яких реєстрували спалахи ГХК. Матеріалом слугували дані «Актів епізоотичного розслідування випадку інфекційного захворювання», складені під час епізоотологічного обстеження кролівничих господарств. Широту розповсюдження (поширеність) ГХК в Україні визначали шляхом обліку та систематизації зареєстрованих на території держави неблагополучних областей, картографічного аналізу їх територіального розміщення та визначення показника неблагополуччя (Ярчук та ін., 2002; Недосєков та ін., 2015).

Проведене нами епізоотичне розслідування — сукупність прийомів і способів, які використовували для вивчення характеристик епізоотичного процесу за ГХК в Україні. Епізоотичний процес за ГХК розглядали як визначену кількість епізоотичних осередків (неблагополучних пунктів), у яких реєстрували певну кількість захворілих та загиблих кролів.

Встановлено, що основною формою прояву епізоотичного процесу за ГХК в Україні у 2021–2022 рр. були епізоотичні спалахи, закономірність виникнення яких на території певних областей країни була пов'язана з типом вірусу, який викликав хворобу. Так, спалахи, викликані вірусом першого типу (RHDV (GI.1)), реєструвалися у кролівничих господарствах у північних,

центральних, південних та західних областях України, а саме у Сумській (1), Київській (1), Житомирській (1), Хмельницькій (2), Вінницькій (4), Полтавській (2), Одеській (3), Львівській (2) та Харківській (1). Спалахи хвороби, зумовлені вірусом другого типу (RHDV2 (GI.2)), було зареєстровано у кролівничих господарствах північних та центральних областей України — Київської (4), Житомирської (4), Чернігівської (1) та Полтавської (2), де сконцентровано значну кількість промислових кролівничих господарств, що є фактором ризику щодо ГХК.

Показник неблагополуччя України з ГХК, викликаної RHDV (GI.1) та RHDV2 (GI.2), тобто обома типами вірусів разом, був найвищим у 2021 р. та склав 40,0 %, тоді як у 2022 р. він зменшився на 12,0 %. Показник неблагополуччя України з ГХК, викликаної окремо RHDV (GI.1) у 2021–2022 рр. дорівнював 36,0 %, що на 20,0 % вище від показника неблагополуччя з ГХК, викликаної RHDV2 (GI.2). Це може свідчити про більш значну широту розповсюдження територією України саме RHDV (GI.1).

Отже, ГХК у 2021–2022 рр. мала значне поширення в Україні, RHDV (GI.1) викликав спалахи у північних, центральних, південних та західних областях України, тоді як RHDV2 (GI.2) — лише у північних та центральних, а показник неблагополуччя країни за циркуляції RHDV (GI.1) складав 36,0 %, а за RHDV2 (GI.2) — 16,0 %.

ISBN 978-617-7570-71-3

УДК 619:616.98:579.852.11

ЗАСТОСУВАННЯ ІЗОТЕРМІЧНОЇ ПЕТЛЕВОЇ АМПЛІФІКАЦІЇ (LAMP) ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ВІРУСУ SARS-COV-2

А. В. Моложанова, О. А. Тарасов, С. А. Ничик

Інститут ветеринарної медицини НААН
вул. Донецька, 30; м. Київ, 03151, Україна
e-mail: vetereneri@ukr.net

Коронавіруси — представники РНК-вмісних вірусів, що належать до підродини *Coronvirinae*, родини *Coronaviridae* з порядку *Nidovirales*. Більшість коронавірусів людини є бета-коронавірусами (Rabi, Al Zoubi, 2020).

Вірус SARS-CoV-2 — це одноланцюговий оболонковий РНК-вірус, що належить до підроду *Sarbecovirus* роду *Betacoronavirus* та здатний уражати дихальну систему, шлунково-кишковий тракт і нервову систему (V'kovski, Kratzel, 2021).

Метою роботи було порівняти застосування ізотермічної петлевої ампліфікації (RT-LAMP) у варіантах в реальному часі та за кінцевою точкою із зворотнотранскриптазною ПЛР в реальному часі (RT-qPCR) для швидкого і ефективного виявлення вірусу SARS-CoV-2. Дослідження проводили на базі лабораторії «Науково-дослідний навчальний центр діагностики хвороб тварин» ІВМ НААН в рамках виконання проекту «Вивчення можливої ролі тварин як резервуару вірусу SARS-CoV-2» за фінансування Національним фондом досліджень України.

Виділення РНК із зразків біологічного матеріалу проведено із використанням набору «IndiSpin Pathogen kit» (Indical Bioscience) згідно з інструкцією виробника.

Як контрольний варіант детектування специфічних фрагментів геному вірусу SARS-CoV-2 проведено RT-qPCR за допомогою комерційної тест-системи Allplex SARS-CoV-2 Assay (Seegene, Південна Корея).

Детектування специфічних фрагментів вірусної РНК також було проведено за допомогою LAMP-технології (LAMP із зворотною транскрипцією, RT-LAMP), яка вбачається альтернативою до ПЛР зі зворотною транскрипцією.

Для проведення досліджень використовували набори праймерів для проведення RT-LAMP, розраховані на ділянки генів: нуклеокапсидний ген N-ген та оболонковий ген S-ген SARS-CoV-2.

Оптимальні умови проведення ампліфікації підібрали експериментально: RT-LAMP для детектування специфічного фрагменту геному вірусу SARS-CoV-2 складалися із 60 циклів за температури 64 °C із тривалістю кожного циклу 30 с.

У підсумку досліджень встановлено, що набір Allplex SARS-CoV-2 Assay (Seegene, Південна Корея) дозволив ідентифікувати RT-qPCR тестом всі досліджені зразки з концентрацією цільового генома 10 копій у реакції та більше за двома генами (S та N). RT-LAMP та варіант із колориметричною оцінкою результатів за кінцевою точкою показали значно нижчу чутливість та специфічність. Для успішного виявлення збудника за геном S для RT-LAMP необхідно мати не менше ніж 300 копій геному в реакції, а для RT-LAMP із візуальною колориметричною оцінкою результатів за кінцевою точкою — не менше ніж 2500 копій геному в реакції. Для виявлення збудника за геном N для RT-LAMP необхідно мати не менше ніж 600 копій геному в реакції, а для RT-LAMP із візуальною колориметричною оцінкою результатів за кінцевою точкою — не менше ніж 1250 копій геному в реакції.

Отже, метод RT-LAMP може бути застосовано для детекції вірусу SARS-CoV-2 у зразках із значною кількістю геномів збудника — від 600 та більше. За кількості геномів 5000 та більше метод RT-LAMP з візуальною колориметричною оцінкою за кінцевою точкою відповідає чутливості та специфічності тесту RT-qPCR (довірчий інтервал Вільсона: 97,9 % — 99,9 %).

ISBN 978-617-7570-71-3

Візуалізація результатів аналізу RT-LAMP показала очікувані результати, що вказує на те, що RT-LAMP аналіз мав достатню відтворюваність. Узгодженість результатів під час аналізу підтвердила поріг ΔOD > +0,3 як надійний показник для ідентифікації зразків, які містили РНК вірусу SARS-CoV-2.

UDK 578

OPTIMIZING RNA ISOLATION FOR DETECTION OF VIRUSES IN GARLIC

K. Taher, T. Shevchenko

Virology Department, ESC "Institute of Biology and Medicine", Taras Shevchenko National University of Kyiv
64/13 Volodymyrska str., Kyiv, 01601, Ukraine
e-mail: kirilltager@gmail.com

This study aimed to refine RNA extraction methods for reliable detection of Potyviruses in garlic through RT-PCR, addressing the specific challenges presented by garlic's high polysaccharide content. Garlic, a globally significant crop, is susceptible to various strains of Potyviruses, such as Leek yellow stripe virus and Onion yellow dwarf virus (Bagi et al., 2012; Pérez-Moreno et al., 2014), which traditional serological identification methods struggle to detect accurately due to strain variability (Katis et al., 2012). The inherent high polysaccharide content in garlic further complicates the RNA isolation process, underscoring the need for optimized extraction methods to ensure the purity and integrity of RNA for subsequent RT-PCR applications (Wang, Stegemann, 2010; Johnson et al., 2012). This refinement is particularly relevant given the recent identification of these viruses in garlic and onion crops in Ukraine (Sherevera et al., 2019; Snihur et al., 2019), highlighting the importance of developing accurate and reliable detection methods to facilitate ongoing and future research in pathogen management.

To address this, we assessed the efficacy of three distinct RNA isolation methodologies: as described by Kundu (Kundu, 2000), by Thompson (Thomson, Dietzgen, 1995), and modified CTAB-based methods (Wang, Stegemann, 2010), comparing them against three commercial kits: AUGC-Gain (Ukrainian Genetic Technologies, Ukraine), GeneJET RNA Purification Kit (Thermofisher Scientific, USA) and Direct-zol RNA Miniprep Plus (Zymo Research, USA). The analyses were conducted on garlic leaves that were ground in liquid nitrogen, followed by a two-step RT-PCR (Uyeda, Masuta, 2015) and subsequent agarose gel analysis to evaluate the quality of the isolated RNA.

Our findings indicated that the Direct-zol RNA Miniprep Plus kit was more effective, yielding high-quality RNA that produced clearer, more distinct bands during agarose gel analysis compared to other methods. Clear bands corresponding to high molecular weight ribosomal RNA are critical as they are indicative of RNA integrity and quality, essential for reliable results in subsequent applications like RT-PCR. In contrast, the Kundu method yielded satisfactory RNA concentration but lacked the critical bands, suggesting potential issues with RNA quality. Moreover, the CTAB-based and Thompson's methods demonstrated lower efficacy, producing lower yields of RNA, underscoring the effectiveness of the Direct-zol RNA Miniprep Plus kit in obtaining high-quality RNA for further analyses.

In conclusion, among the various methods and kits tested, the Direct-zol RNA Miniprep Plus kit, which employs spin columns and Trizol for lysing, emerged as the most efficient method for RNA isolation from garlic. This kit is strongly recommended for further molecular studies on Potyviruses in garlic, ensuring the reliability of the results by mitigating the risk of false negatives due to poor RNA quality. This recommendation is particularly crucial considering the recent discoveries of viruses affecting garlic and onion crops in Ukraine, necessitating accurate and reliable methods for ongoing and future research endeavors.

ISBN 978-617-7570-71-3

Наукове видання

МІКРОБІОЛОГІЯ В СУЧАСНОМУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Матеріали XVI наукової конференції молодих учених

(25 жовтня 2023 року, м. Чернігів)

Технічний редактор	*В. О. Агеєв*
Коректор	*О. В. Ільчук*
Комп'ютерна верстка	*О. В. Брагинець*

Підписано до друку 04.12.2023 р. Формат 60×84/16.
Папір офсетний. Друк цифровий. Гарнітура Times.
Умовн. друк. арк. 9,42. Обл.-вид. арк. 6,38.
Зам. № 23357. Наклад 100 прим.

Видавець та виготовлювач: ФОП Брагинець 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

ISBN 978-617-7570-71-3

9 786177 570713