

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ МІКРОБІОЛОГІЇ
ТА АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА
ТОВАРИСТВО МІКРОБІОЛОГІВ УКРАЇНИ
ІМ. С. М. ВІНОГРАДСЬКОГО



БІОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОДУКЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН

**МАТЕРІАЛИ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ ОНЛАЙН-КОНФЕРЕНЦІЇ,
ПРИСВЯЧЕНОЇ 60-РІЧЧЮ ІСМАВ НААН**

(26–27 жовтня 2021 року, м. Чернігів)

Чернігів
2021

УДК 579.64+578

Б63

Б63 **Біологічні** процеси оптимізації продукційного процесу культурних рослин: матеріали Всеукраїнської науково-практичної онлайн-конференції, присвяченої 60-річчю ІСМАВ НААН (м. Чернігів, 26–27 жовтня 2021 р.) / Національна академія аграрних наук України, Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва, Товариство мікробіологів України ім. С. М. Виноградського. Чернігів : видавець Брагинець О. В., 2021. 176 с.

ISBN 978-617-7570-67-6

У збірнику представлено тези доповідей учасників Всеукраїнської науково-практичної онлайн-конференції «Біологічні процеси оптимізації продукційного процесу культурних рослин». Роботи присвячено актуальним проблемам загальної мікробіології та біотехнології, ґрунтової мікробіології, біологічного захисту рослин від хвороб та шкідників, мікробних препаратів у рослинництві та кормовиробництві.

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, Товариство мікробіологів України ім. С. М. Виноградського.

Редакційна колегія:

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

ISBN 978-617-7570-67-6

© ІСМАВ НААН, 2021

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНА МІКРОБІОЛОГІЯ ТА БІОТЕХНОЛОГІЯ

Н. В. Борзова, О. В. Гудзенко

Порівняльна характеристика ензиматичної активності
мікроорганізмів із ґрунтів та добривних препаратів 11

Т. В. Булигіна, Л. А. Пасічник, Л. Д. Варбанець

Характеристика ліпополісахариду *Erwinia leliottia*
nimipressuralis Ф9а1 14

Л. М. Буценко, Л. А. Пасічник

Вірулентні властивості штамів *Pseudomonas syringae*
рв. *atrofaciens*, ізольованих із різних екологічних ніш 16

В. В. Волкогон

Мікробіологічні рішення для оптимізації сільськогосподарського
виробництва 19

Н. Г. Грицева, Л. М. Сківка

Нові підходи в детекції комплексу видів *Ralstonia solanacearum*
на основі 16s РНК 22

D. Suszanowicz, V. P. Patyka

Agroecological justification of bioenergy cultures mixed infection . 24

В. І. Жданюк, Д. В. П'ятецька, Т. П. Пирог, Н. О. Леонова,
Т. А. Шевчук

Екзогенний еритритол як попередник інтенсифікації синтезу
гіберелінів *Nocardia vacciniі* ІМВ В-7405 26

В. І. Жданюк, Д. В. П'ятецька, Т. П. Пирог, Н. О. Леонова,
Т. А. Шевчук

Утворення ауксинів продуцентами поверхнево-активних
речовин за наявності триптофану 29

С. Ф. Козар

Стратегія регулювання активності діазотрофів за їх інтродукції
в агроценози сільськогосподарських культур 32

Г. В. Коротєєва, Г. Г. Кононов, Т. П. Шевченко, В. Ф. Горобець, Т. О. Щербакова Вірус погремковості тютюну в колекції півоній НБС ім. М. М. Гришка	34
К. П. Кукол, П. П. Пухтаєвич, Л. І. Рибаченко Вплив комплексу хелатованих біогенних металів на ріст чистих культур <i>Bradyrhizobium japonicum</i>	36
Н. І. Теслюк, М. Л. Литвин Розробка підготовчого етапу мікроклонального розмноження <i>Juglans regia</i> в культурі <i>in vitro</i>	39
Ю. А. Туровнік, І. В. Безноско, Т. М. Горган, Л. В. Гаврилюк Біологічні особливості ізолятів фітопатогенних мікроміцетів за впливу гібридів соняшника	41
Г. В. Цехмістер, А. С. Кислинська Рістрегульовальна активність фітопатогенного гриба <i>Plectosphaerella melonis</i>	44
Г. А. Ярова, Т. П. Пирог Вплив біологічних індукторів на антимікробну активність поверхнево-активних речовин <i>Acinetobacter calcoaceticus</i> IMB B-7241	46

ГРУНТОВА МІКРОБІОЛОГІЯ

Ю. П. Борко, М. В. Патики, С. Е. Дегодюк Функціональні особливості метаболізму мікробного метагеному ризосфери буряка цукрового протягом онтогенезу	49
В. В. Бородай, Л. А. Сафронова, Н. А. Захарчук, Я. Ю. Марценюк Мікробіота ґрунту за дії препаратів Фітосубтил® та ІнтраСелл® в агроценозі картоплі	52
В. В. Волкогон, С. Б. Дімова, К. І. Волкогон, Н. П. Штанько, Н. В. Луценко Визначення спрямованості процесів мінералізації-синтезу органічної речовини в ґрунтах агроценозів	54

<i>Я. В. Гетьман, О. Є. Найдьонова</i> Динаміка чисельності мікроміцетів у чорноземі опідзоленому за застосування різних фунгіцидів	57
<i>А. М. Гончар, О. Л. Тонха, М. В. Патица</i> Варіабельність мікробіому ризосфери пшениці озимої в процесі онтогенезу	60
<i>З. О. Дегтярьова</i> Целюлозолітична активність чорнозему типового за різного насичення короткоротаційних сівозмін соняшником	62
<i>О. В. Демиденко</i> Кореляційні зв'язки фізіологічних груп мікроорганізмів з показниками родючості чорнозему за різних систем удобрення	65
<i>В. П. Сидоренко, К. І. Волкогон</i> Вплив органічних агрофонів на розвиток інтродукованих бактерій у кореневій зоні сільськогосподарських культур	67
<i>Н. І. Ковалжи, С. В. Резнік, Д. В. Гавва</i> Вплив різних систем удобрення на мікробіологічні показники чорнозему типового в умовах вирощування суниці садової за краплинного зрошення	70
<i>С. І. Кудря, Ю. О. Тараріко, Г. І. Личук, Н. А. Кудря</i> Активність розкладу клітковини: волога – азот – урожай	73
<i>Ю. О. Тараріко, В. П. Лукашук</i> Вплив систем удобрення на біологічні особливості чорнозему типового	76

БІОЛОГІЧНИЙ ЗАХИСТ РОСЛИН ВІД ХВОРОБ ТА ШКІДНИКІВ

<i>О. Ю. Азархов, Ю. М. Федюшко, І. І. Сілі</i> Аналіз біотехнології знищення шкідників картоплі	79
---	----

Г. Я. Біловус, О. А. Ващишин, О. Н. Пристацька, М. Р. Добровецька Застосування біологічних препаратів для обмеження розвитку грибних хвороб в агроценозі пшениці озимої	81
М. М. Богдан, О. Г. Коваленко, А. М. Кириченко, Г. Б. Гуляєва, Г. О. Снігур Стійкість до вірусного ураження за дії надмолекулярних структур, їх вплив на вміст фітогормонів, фотосинтетичних пігментів та продуктивність пшениці	83
В. А. Богославець, Ю. В. Коломієць Дослідження впливу ізолятів фітопатогенних бактерій на формування проростків томатів	86
В. О. Боровик, О. С. Коковіхіна Значення та роль біологічних препаратів у сучасних системах землеробства	88
О. В. Вишневська, В. П. Дмитренко, О. П. Пікіч, М. В. Рязанцев, Л. В. Столярчук Урожайність та ураження базової насіннєвої картоплі ризиктоніозом залежно від обробок садивного матеріалу біопрепаратом Райс Пі®	90
В. В. Головань, О. М. Андрійчук Перспективи використання безпечних терапевтичних препаратів на основі бактеріофагів антарктичної біоти	92
Г. Б. Гуляєва, Л. А. Пасічник, І. П. Токовенко, В. П. Патики Вплив біологічно активних речовин і штучного зараження фітопатогенними мікроорганізмами на рослини <i>Galega orientalis</i>	94
І. В. Жук, Ю. В. Шиліна, О. П. Дмитрієв Біотичний еліситор ферулова кислота в комплексному захисті пшениці <i>Triticum aestivum</i> L. проти поранення та гіпоксії	96
С. О. Заєць, К. С. Фундират, Л. І. Онуфран, С. М. Юзюк Біологічні препарати в інтегрованій системі контролю хвороб грибної етіології	98

<i>Д. В. Кострич, Н. Хеллаф, Д. О. Мамчур</i> Особливості біологічного захисту польових культур від лускокрилих видів шкідників за органічного землеробства у сівозмінах Степу і Лісостепу України	101
<i>М. В. Попович, Б. О. Фокін, С. О. Помогайбог</i> Особливості оптимізації технологій біологічного захисту польових культур у Лісостепу України	103
<i>А. С. Малащенко, Ю. С. Лозовська</i> Перспективність використання бактеріальних ентомопатогенних препаратів, створених на основі <i>Bacillus thuringiensis</i> , для біозахисту рослин від комах-шкідників	107
<i>Н. В. Пиляк, В. І. Крутякова, О. М. Нікіпелова</i> Штам <i>Lecanicillium longisporum</i> для регулювання чисельності шкідливих комах	108
<i>Є. І. Пласкальна, С. О. Лавренко</i> Проблеми розробки інсектицидів широкого спектру дії для боротьби з інтродуцентними видами фітофагів	110
<i>М. Ю. Різак, С. О. Лавренко</i> Використання перекису водню як протруювача	113
<i>Т. О. Хоменко, О. Л. Тонха, О. М. Пузняк</i> Вплив біологічних препаратів на розвиток хвороб картоплі в умовах Західного Полісся	115
<i>Л. П. Чорнолата, Л. Г. Погоріла</i> Присутність фузаріозного зерна у пшениці — причина для контролю мікотоксинів	117
<i>К. Р. Швидченко, О. В. Баишта, Д. Т. Гентош</i> Застосування біологічних препаратів у захисті ехінацеї пурпурової від плямистостей листя	118
<i>Я. П. Яковенко, С. О. Лавренко</i> Біологічний захист баштаних культур від хвороб	121

МІКРОБНІ ПРЕПАРАТИ В РОСЛИННИЦТВІ ТА КОРМОВИРОБНИЦТВІ

А. В. Васильченко, С. В. Дерев'янка

Продуктивність картоплі сорту Сувенір чернігівський за дії наночастинок металів і неметалів, багатокомпонентного мікроелементного препарату Аватар-2 захист і бактеріального препарату Азогран в умовах Полісся 123

О. С. Власюк, Л. С. Квасніцька

Вплив біологічно активних препаратів на азотофіксацію, урожайність та ураження кореневими гнилями сої 126

О. С. Власюк, Н. В. Ковальчук

Біопрепарати на посівах ярих пшениці та ячменю 128

О. В. Ворона, Н. О. Кравченко, С. Ф. Козар, Т. А. Євтушенко

Оцінка непатогенності *Rhizobium leguminosarum* Г 222 131

О. М. Глибокий, С. І. Попов

Продуктивність гороху на зерно залежно від способів застосування біопрепаратів 133

Г. М. Господаренко, Л. А. Мусієнко, А. В. Столяр

Ефективність азотфіксації сочевиці залежно від удобрення . . 135

С. Б. Дімова, В. В. Волкогон

Компостування органічної речовини за інтродукції селекціонованого штаму мікроміцетів 137

В. І. Жданюк, Д. В. П'ятецька, Т. П. Пирог, Н. О. Леонова,

Т. А. Шевчук

Вплив рістстимулювальних екзометаболітів *Nocardia vaccinii* ІМВ В-7405 на врожайність томатів 139

В. П. Жуков, Ю. І. Шульга

Особливості заготівлі силосу з пров'ялених бобових трав, оброблених біологічним консервантом Силакпро 142

<i>В. П. Жуков, В. В. Гончарук, І. В. Дмитрук, Ю. І. Шульга</i> Термостійкість пробіотичних добавок у гранульованому люцерновому сіні	144
<i>Л. С. Квасніцька, Г. П. Войтова</i> Ефективність застосування біологічно активних препаратів на посівах люцерни посівної на насіння	147
<i>A. S. Kyslynska, H. V. Tsekhmister</i> <i>Chaetomium cochliodes</i> 3250 influence on buckwheat plants	149
<i>С. Ф. Козар, О. М. Білоконська</i> Структура врожаю огірка за бактеризації <i>Azotobacter</i> <i>chroococcum</i> ІМВ В-7836 та використання ПБК	151
<i>Ю. М. Похилько</i> Збереженість поголів'я молодняку кролів за дії <i>Lactobacillus</i> sp. 13/2	152
<i>С. І. Колісник, С. Ф. Антонів, О. А. Запрута</i> Ефективність дії біологічних препаратів на продуктивність та посівні якості насіння лядвенцю рогатого	154
<i>Н. П. Косенко, К. О. Бондаренко</i> Продуктивність промислових сортів томата за використання елементів біологізації технології вирощування на півдні України	157
<i>Н. О. Кравченко</i> Аеробна стабільність кукурудзяного силосу за сумісного застосування пробіотичних штамів <i>Lactobacillus plantarum</i> та <i>Bacillus subtilis</i>	159
<i>D. V. Krutylo</i> Efficiency of biological preparations based on a new strain of <i>Rhizobium phaseoli</i> FB1 when growing beans	162

<i>О. В. Логоша, Ю. О. Воробей, Т. О. Усманова, О. В. Бушулян</i> Скринінг сучасних сортів нуту за здатністю до формування високоєфективного симбіотичного апарату	164
<i>Н. М. Мельникова</i> Активність бульбочкових бактерій, які зазнали впливу дефіциту вологи	167
<i>А. В. Павлице, П. П. Пухтаєвич, Ю. О. Хоменко</i> Фізіологічні зміни в рослинах сої за інокуляції насіння бульбочковими бактеріями та завчасної обробки фунгіцидами	169
<i>О. О. Шаховніна</i> Ідентифікація штаму азотфіксувальних бактерій, виділених з коренів тритикале ярого	172

ЗАГАЛЬНА МІКРОБІОЛОГІЯ ТА БІОТЕХНОЛОГІЯ

УДК 577.152.3

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЕНЗИМАТИЧНОЇ АКТИВНОСТІ МІКРООРГАНІЗМІВ ІЗ ҐРУНТІВ ТА ДОБРИВНИХ ПРЕПАРАТІВ

Н. В. Борзова, О. В. Гудзенко

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

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

В останні десятиліття щораз більші об'єми відходів, забруднення води та ґрунту, виснаження ґрунтів унаслідок сільськогосподарської діяльності та техногенні аварії все частіше призводять до негативних екологічних наслідків. Мікроорганізми, а особливо мікроміцети, є стійкими до техногенного забруднення, оскільки характеризуються швидким ростом, яскравим спороутворенням та мають потужну ензиматичну систему, що дозволяє використовувати їх як активний компонент комплексних добрив. Фізіологічна активність мікроорганізмів, продукція вторинних метаболітів, участь у колообігу речовин — все це робить мікробіологічні препарати важливим елементом безпечної сільськогосподарської діяльності людини. Метою нашої роботи було порівняти ензиматичну (глікозидазну, протеолітичну, оксидазну) активність свіжовиділених ґрунтових мікроміцетів, та мікроорганізмів, виділених із мікробних добривних препаратів.

У роботі було використано 40 свіжовиділених штамів мікроміцетів (27 видів, 6 родів) із ґрунтів 10-кілометрової зони ЧАЕС та 27 штамів мікроміцетів та бактерій з комплексних добривних препаратів. Для визначення ензиматичної активності культури вирощували у глибинних умовах на качалках зі швидкістю обертання 220–240 об./хв. за 25 °С. Для визначення целюлазної та геміцелюлазної активності використовували карбоксиметилцелюлозу, мікрокристалічну целюлозу та галактоманан гуару. Протеолітичну активність визначали за використання казеїну. Глюкозооксидазну активність визначали титрометричним методом, каталазну — за Королюком.

Свіжовиділені штами були представлені як евритопними *Aspergillus versicolor*, *Aspergillus flavipes*, *Trichoderma koningii*, так і патогенними видами *Aspergillus flavus*, *Eurotium herbariorum*. Були вивчені такі типові представники агроґрунтів як *Aspergillus sulphureus* та *Aspergillus ochraceus*. Виділялися меланін-синтезувальні види *Cladosporium*. Висока глікозидазна активність відзначена у *Eupenicillium pinetorum*, *Trichoderma viride*, *E. herbariorum*, *A. flavipes*, *A. ochraceus*, *A. flavus*, *Penicillium adametzii*, *P. decumbens*, *P. restrictum*, *P. variable*, *P. verrucosum*. Досліджені культури (75 %) виявляли манан-деградувальну активність (4–15 од./мл): 5 % штамів продукували у культуральну рідину β -мананазу, 30 % — α -галактозидазу і 40 % — β -мананазу та α -галактозидазу одночасно. *P. decumbens*, *P. clavigerum*, *P. restrictum*, *P. sacculum* виявляли α -галактозидазну активність від 1,2 до 3 од./мл. Така активність мікроміцетів цілком вкладається в сучасні уявлення про їхню роль деструкторів ґрунтового біогеоценозу. Штами *Penicillium* з високою глікозидазною активністю майже не гідролізували желатину та казеїн, за винятком *P. restrictum*. Найвищу протеолітичну активність (0,2–1,5 од./мл) виявляли штами видів *A. flavipes*, *A. ochraceus*, *P. restrictum*, *P. spinulose*, *P. citroviride*. Оксидазна активність культур не відзначалася. З комплексних добривних препаратів було виділено низку бактерій роду *Bacillus* (10 штамів) та мікроміцети видів

Mycelia sterilia, *Cladosporium cladosporioides*, *C. herbarum*, *C. sphaerospermum*, *Penicillium* sp., *Alternaria* sp. (17 штамів). У жодної з досліджених культур не виявлено каталазної активності, а у трьох бактеріальних культур відзначали глюкозооксидазну активність (0,139–0,28 од./мл). Серед мікроміцетів переважали культури з целюлазною (1,1–10,0 од./мл) та β -мананазною (2,0–9,2 од./мл) активністю, 13 штамів із 17 виявляли принаймні одну активність, проте вона була нижчою, ніж у свіжовиділених ґрунтових мікроміцетів. Протеолітична активність цих штамів також була вкрай низькою. Ми не маємо інформації, за якими ознаками було відібрано штами для включення у комплексні добривні препарати, але за своєю гідролітичною активністю вони поступалися свіжовиділеним штамам мікроорганізмів в умовах досліді. Можливо, умови зберігання або приготування препаратів призвели до втрати деструктивних властивостей культур.

Отже, варто відзначити високу деградувальну активність ґрунтових штамів мікроміцетів. Також показано, що техногенно-забруднені території можуть бути джерелом нових продуцентів біотехнологічно важливих ензимів.

**ХАРАКТЕРИСТИКА ЛІПОПОЛІСАХАРИДУ
ERWINIA LELLIOTTIA NIMIPRESSURALIS Ф9а1**

Т. В. Булигіна, Л. А. Пасічник, Л. Д. Варбанець

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

*вул. Академіка Заболотного, 154; м. Київ, 03143, Україна
e-mail: tati20@ukr.net*

Бактеріальна вологість деревини, або бактеріальний слиз, — поширене захворювання, що вражає центральне ядро багатьох хвойних і листяних дерев, таких як ясен, ялиця, клен, дуб, платан і в'яз. Види *Lelliottia* виділяються з в'язів, які виявляють симптоми цієї хвороби, а також з води і, рідше, з клінічних зразків. Одним із важливих аспектів патогенезу є процеси розпізнавання збудника та механізми захисту бактеріальної клітини від антимікробних речовин рослини. Відомо, що у цих процесах активну участь беруть ліпополісахариди (ЛПС) — глікополімери клітинних мембран бактерій. Вони забезпечують бар'єрну функцію зовнішньої мембрани, сприяючи захисту бактерій від рослинних антимікробних сполук, а також прикріпленню бактерій до рослинних клітин. Тому важливим є вивчення особливостей хімічного складу, функціональної й біологічної характеристики ЛПС *Erwinia lelliottia nimipressuralis*.

Виділення ЛПС із сухої бактеріальної маси проводили методом Вестфалю. ЛПС очищали від нуклеїнових кислот ультрацентрифугуванням. Кількісний вміст вуглеводів визначали методом Дюбуа; нуклеїнових кислот — Спіріна; білка — Лоурі; 2-кето-3-дезоксиктонової кислоти — Осборна. Метиллові ефіри жирних кислот та моносахариди у вигляді ацетатів поліолів аналізували на хромато-мас-спектрометричній системі Agilent 6890N/5973 inert. Антигенну активність ЛПС досліджували методом подвійної імунодифузії в агарі за методом Оухтерлоні. Пірогенність дос-

ліджували на кролях шляхом внутрішньовенного введення мінімальної пірогенної дози $7,5 \cdot 10^{-3}$ мкг/мл з подальшою термометрією тварин протягом 3 годин.

Хімічна ідентифікація очищеного ЛПС *E. lelliottia nimipressuralis* Ф9а1 показала, що він характеризувався наявністю вуглеводів (46,68 %) і КДО — 0,22 %, яка є обов'язковим компонентом ЛПС, а також незначної кількості білка (сл.) і нуклеїнових кислот (4,06 %). ЛПС характеризувався доволі високим виходом (10,9 %), що перевищує середні показники, характерні для інших представників *Enterobacteriaceae* (5 %). Аналіз моносахаридного складу показав, що домінуючою була фукоза (38,83 %), а також були ідентифіковані рамноза (19,77 %), глюкоза (17,4 %), галактоза (13,43 %) і маноза (10,57 %). Дослідження жирнокислотного складу ЛПС показало присутність жирних кислот, що містять у ланцюзі від 12 до 17 атомів вуглецю. Домінуючою була С14:0(3-ОН), яка є своєрідним маркером для всього сімейства ентеробактерій. Також ідентифіковані С16:0 (11,05 %), С16:1 (18,7 %), С14:0 (15,5 %) кислоти і у незначній кількості присутні С17:0 (5,6 %) і С12:0 (1,64 %) кислоти. Для представників роду *Lelliottia* характерним є наявність С16:0, С18:1 і С17:0, а також С16:1 і/або С14:0(3-ОН), С16:1 і/або С15:0(2-ОН), С17:0 кислот.

Результати термометрії показали підвищення температури у експериментальних тварин більше ніж на 0,5 °С, що становить межу фізіологічної норми здорових тварин, і навіть вище ніж за введення «Пірогеналу» (ЛПС, виділений з клітин *Salmonella typhi*). Відомо, що тонкі варіації у структурі О-ланцюгів ЛПС визначають серологічну специфічність грамнегативних бактерій, а також використовуються як молекулярна основа серологічних класифікаційних схем. Дослідження серологічної активності ЛПС *E. lelliottia nimipressuralis* Ф9а1 показало, що у гомологічній системі він виявляє активність антигену. Крім того, нами встановлено, що антисироватка до *E. lelliottia nimipressuralis* Ф9а1 реагує з ЛПС штаму L14б. Це свідчить про наявність у них загальних антигенних детермінант і про належність цих штамів

до однієї серогрупи. Ці дані можуть бути використані під час розробки серологічної класифікаційної схеми.

Отже, вперше виділено і хімічно охарактеризовано ЛПС *E. lelliottia nimipressuralis* Ф9a1. Досліджуваний ЛПС був більш пірогенним, ніж «Пирогенал». Для подальшого використання ЛПС *E. lelliottia nimipressuralis* Ф9a1 потрібно провести його хімічну детоксикацію для отримання непірогенних похідних (аналогів).

УДК 579.841.11:575.21

**ВІРУЛЕНТНІ ВЛАСТИВОСТІ ШТАМІВ
PSEUDOMONAS SYRINGAE PV. *ATROFACIENS*,
ІЗОЛЬОВАНИХ ІЗ РІЗНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ НІШ**

Л. М. Буценко, Л. А. Пасічник

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

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

e-mail: plant_path@ukr.net

Pseudomonas syringae pv. *atrofaciens*, збудник базального бактеріозу, є широко розповсюдженим в усьому світі патогеном пшениці. Цей збудник належить до найважливішого з економічної точки зору виду фітопатогенних бактерій *Pseudomonas syringae*. До цього виду в ранзі патоварів входять як вузькоспеціалізовані, так і патогени, що здатні уражувати широке коло рослин. Характерною рисою всіх фітопатогенних бактерій виду *P. syringae* є висока пристосованість до виживання у філосфері рослин.

Реалізація вірулентних властивостей *P. syringae* відбувається за безпосередньої участі ефекторних білків, які транслюку-

ються через систему секреції третього типу. Специфічний набір таких ефекторів є одним із визначальних факторів у здатності *P. syringae* уражувати той чи інший вид рослин. Дослідження специфічності та здатності уражувати певні рослини важливе для розуміння механізмів вірулентності, еволюції патогенності, персистенції фітопатогенних бактерій, встановлення джерел резервації інфекцій.

Збудник базального бактеріозу характеризується в науковій літературі як спеціалізований патоген пшениці та жита. Проте за штучної інокуляції штами *P. syringae* pv. *atrofaciens* здатні спричинювати ураження інших зернових культур. Для розв'язання питання спеціалізації *P. syringae* pv. *atrofaciens* нами вивчено вірулентні властивості щодо пшениці та різних видів сегетальної рослинності агрофітоценозу пшениці штамів *P. syringae* pv. *atrofaciens*, ізольованих із уражених базальним бактеріозом рослин пшениці, із рослин пшениці без ознак ураження та із уражених бактеріозами рослин осоту польового, маку польового, які відібрані в агрофітоценозі цієї сільськогосподарської культури.

Встановлено, що високовірулентні штами *P. syringae* pv. *atrofaciens* 9837, 9771, 9819, 9858, 9780, ізольовані із уражених базальним бактеріозом рослин пшениці, здатні спричинювати ураження осоту польового, хвощу польового, пирію повзучого. Водночас *P. syringae* pv. *atrofaciens* 9837, 9771, 9819, 9858, 9780 більш агресивні щодо пшениці, спричинюючи ураження, яке оцінювали у 3–4 бали. Ураження осоту польового й хвощу польового, індуковане *P. syringae* pv. *atrofaciens* 9837, 9771, 9819, 9858, 9780, оцінювали у 2–3 бали. Ураження пирію повзучого за інокуляції ізольованими із пшениці штамми *P. syringae* pv. *atrofaciens* оцінювали в 1 бал. Ураження берізки польової (1 бал) спричинювали лише два штами *P. syringae* pv. *atrofaciens* 9837 і 9858.

У процесі вивчення вірулентних властивостей штамів *P. syringae* pv. *atrofaciens* L8, L9, L11, L11a, L13, L15, L16, ізольованих із сегетальної рослинності агрофітоценозу пшениці (осоту

польового, маку польового), показано як їхню вірулентність за штучної інокуляції щодо рослини-хазяїна, так і вірулентність для пшениці, у посівах якої здійснювали відбір бур'янів. Водночас штами *P. syringae* pv. *atrofaciens* L15, L16 спричинювали ураження рослин пшениці, яке оцінювали в 3 бали. Штами *P. syringae* pv. *atrofaciens* L8, L9, L11, L11a, L13 спричинювали ураження в 1–2 бали. Необхідно зазначити, що за штучної інокуляції рослин пшениці у фазі виходу в трубку розвивалися світло-коричневі плями з темною облямівкою, які з часом збільшувалися в розмірах і охоплювали стебло, що призводило до потемніння серцевини стебла. Такі симптоми є характерними для збудника базального бактеріозу пшениці.

Штами *P. syringae* pv. *atrofaciens*, які епіфітно виживали у філосфері пшениці, були вірулентними як для рослин пшениці, так і сегетальної рослинності. Такі штами характеризувалися більшою агресивністю щодо пшениці.

Отже, збудник базального бактеріозу пшениці *P. syringae* pv. *atrofaciens* здатний спричинювати ураження як пшениці, так і сегетальної рослинності в її посівах. Це свідчить про те, що збудник базального бактеріозу є поліфагом, який уражує широке коло рослин.

МІКРОБІОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

В. В. Волкогон

*Інститут сільськогосподарської мікробіології та
агропромислового виробництва НААН
вул. Шевченка, 97; м. Чернігів, 14035, Україна
e-mail: volkogon@ukr.net*

З розвитком науки удосконалюються знання щодо особливостей росту й розвитку рослин, формування продуктивності сільськогосподарських культур. Тривалий час домінувало уявлення, що для забезпечення високої продуктивності агроценозів потрібні лише оптимальні значення температури, вологи, освітлення та мінерального живлення. Основним джерелом поживних речовин вважалися мінеральні добрива, проте висновки з теорії мінерального живлення рослин Ю. Лібіха в середині ХХ ст. набули гіпертрофованого вигляду. Фактично землеробство почало набувати ознак агрегатопоніки.

Проте до кінця ХХ ст. стало зрозумілим, що в життєзабезпеченні культурних рослин також беруть активну участь мікроорганізми. Сьогодні вважається, що в природних умовах рослини не можуть вижити за відсутності корисних бактерій і мікроміцетів. Накопичені експериментальні дані свідчать, що мікроорганізми беруть на себе частину функцій забезпечення життєдіяльності рослин.

Серед найважливіших ефектів взаємодії мікроорганізмів з рослиною варто виділити захист від різноманітних стресів, шкідників і збудників захворювань; оптимізацію кореневого живлення внаслідок активної трансформації нерозчинних сполук фосфору в розчинні, фіксації молекулярного азоту, а також збільшення площі абсорбційної поверхні кореневої системи та активізації низки рослинних ферментних систем, що позитивно

позначається на ступенях засвоєння рослинами діючої речовини з добрив. Мікроорганізми впливають на проростання насіння, підсилюють синтез у рослині фотосинтетичних пігментів, позитивно впливають на хлоропластогенез і фотосинтез взагалі.

Базуючись на результатах проведених досліджень, мікробіологи пропонують низку ефективних оригінальних розробок, здатних позитивно вплинути як на продуктивність сільськогосподарського виробництва, так і на стан довкілля. Серед цих рішень насамперед варто назвати мікробні препарати на основі азотфіксувальних, фосфатмобілізувальних, рістстимулювальних мікроорганізмів та антагоністів фітопатогенів. В Інституті сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН створено мікробні препарати Альбобактерин, Біогран, Діазобактерин, Мікрогумін, Поліміксобактерин, Ризогумін, Хетомік. Препарати зареєстровано в Міністерстві охорони навколишнього природного середовища України і дозволено до використання. Частина препаратів перебуває на стадії передреєстраційних експертиз. Застосування біопрепаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур дозволяє суттєво зменшити кількість агрохімікатів та норми мінеральних добрив без зниження урожайності сільськогосподарських культур.

Вагомим досягненням мікробіологів є обґрунтування необхідності регулювання активності процесів біологічної трансформації сполук азоту в агроценозах протягом року. Серед цих процесів важливою є біологічна азотфіксація, інтенсифікація якої досягається за рахунок передпосівної інокуляції активними штамми діазотрофів та дотримання фізіологічно оптимальних агрофонів. Протягом вегетаційного періоду необхідно активізувати процеси амоніфікації й нітрифікації для забезпечення конструктивних потреб культурних рослин у мінеральних сполуках азоту. Запрограмованого перебігу зазначених процесів удається досягти за оптимізації вуглецево-азотного співвідношення у рослинній мортмасі, що надійшла до ґрунту в попередньому році. Це потребує відповідних корегувань з урахуванням не лише дози

азотних добрив, застосованих із розрахунку на запланований урожай, але й ґрунтового мінерального азоту, а також кількості вуглецю рослинних решток та екзогенної органічної речовини, застосованої з осені. Водночас після збирання врожаю необхідно гальмувати активність процесів нітрифікації й денітрифікації для попередження втрат азоту. Це досягається застосуванням соломи та вирощуванням сидеральних культур, що забезпечує трансформацію не використаних рослинами мінеральних азотних сполук в органічні.

Одним із сучасних технологічних рішень є також біоконверсія органічної речовини, зокрема гною, птишиного посліду та інших відходів аграрного виробництва. Для цього селекціоновано активні штами мікроорганізмів-деструкторів, обґрунтовано особливості їх використання в технологіях компостування органічних субстратів. Наслідком біологічно активного керованого компостування є отримання біоорганічних добрив з покращеними агрохімічними характеристиками, а також високим вмістом агрономічно корисних мікроорганізмів та фізіологічно активних речовин, накопичених у процесі їхнього розвитку. Використання біоорганічних добрив у системах удобрення сільськогосподарських культур сприяє суттєвому зростанню продуктивності агроценозів.

Сьогодні набуває поширення використання мікроорганізмів як біологічних індикаторів стану довкілля. Нами на основі різної реакції асоціативних діазотрофів на вміст мінеральних азотних сполук у ґрунті і, відповідно, різної інтенсивності двох супротивних процесів — азотфіксації та біологічної денітрифікації, розроблено методику визначення екологічно допустимих норм мінерального азоту в технологіях вирощування сільськогосподарських культур. Використання мікроорганізмів-біоіндикаторів та визначення перебігу мікробіологічних процесів у ґрунті перспективне також і під час дослідження ступеня забруднення ґрунтів важкими металами, пестицидами, радіонуклідами тощо.

НОВІ ПІДХОДИ В ДЕТЕКЦІЇ КОМПЛЕКСУ ВИДІВ *RALSTONIA SOLANACEARUM* НА ОСНОВІ 16S РНК

Н. Г. Грицева, Л. М. Сківка

Київський національний університет імені Тараса
Шевченка, ННЦ «Інститут біології та медицини»
вул. Володимирська, 60/13; м. Київ, 01601, Україна
e-mail: nataliyavorobiova@ukr.net

Комплекс видів *Ralstonia solanacearum* (містить *R. solanacearum*, *R. pseudosolanacearum* та два підвиди *R. syzygii*) належить до родини *Burkholderiaceae*, бактерій-космополітів збудників бактеріальних хвороб рослин. Ці збудники здані уражувати більш ніж 450 різних видів однорічних та багаторічних рослин з 50 родин, серед яких і найбільш цінні сільськогосподарські культури, такі як картопля, томати, перець та ін. Окрім цього, представників цього комплексу було зараховано до переліку регульованих шкідливих організмів A1 (Карантинні організми, відсутні в Україні), а також переліку Європейської і Середземноморської організації з захисту рослин (ЄОЗР) до видів, які регулюються як карантинні шкідники, у національних фітосанітарних правилах урядів-членів Європейської організації захисту рослин (ЕРРО).

Одним із методів діагностики бактеріальних хвороб є метод полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР). Відповідно до наказу Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України № 750 від 22.04.2021 «Про затвердження інструкцій з виявлення, локалізації та ліквідації деяких регульованих шкідливих організмів картоплі», згідно з пунктом 1 розділу IV, для виявлення та діагностики збудника *R. solanacearum* фітосанітарну експертизу дозволяють проводити відповідно до методів, зазначених у ДСТУ 4709:2006, стандарті ЄОЗР РМ 7/21 та інших стандартах або методами з урахуванням положень законодавства України про карантин рослин.

З огляду на вищезазначене актуальним залишається питання щодо впровадження єдиного стандартизованого методу діагностики та виявлення цих збудників на теренах України. Тому метою цього дослідження була перевірка специфічності наявних та розробка нових методів ПЛР діагностики *Ralstonia solanacearum*.

Для перевірки специфічності праймерів OLI/Y2 (послідовність яких наведена у діагностичному протоколі EPPO PM 7/21 (2)) на початковому етапі дослідження нами проведено ПЛР з ДНК, виділеної з колекційних штамів *R. solanacearum* УКМ В-1109^T та УКМ В-1110. Відповідно до отриманих результатів, пара праймерів OLI/Y2 продукувала продукт з довжиною амплікону приблизно 250 п. о., що значно менший за очікуваний (288 п. о.). Тому на наступному етапі дослідження нами було сконструйовано праймери до гену 16S рPHK *R. solanacearum* (GenBank: NR_044040.1). За основу для конструювання зворотних праймерів (OLI-160 та OLI-248) ми використовували прямий праймер OLI, запропонований авторами, та специфічно підібраними нами в межах продукту ампліфікації 288 п. о. — праймери Rs-28 та Rs-193. З усіх праймерів скомбіновано 6 пар: Rs-28/OLI-160, OLI/OLI-160, Rs-28/Rs-193, Rs-28/OLI-248, OLI/OLI-248 та Rs-28/Y2 з очікуваними продуктами 132, 160, 166, 220, 248 та 260 п. о. відповідно.

Після проведення ПЛР-аналізу з подальшим гелелектрофоретичним розділенням продуктів ампліфікації було встановлено, що пари праймерів OLI/OLI-160 та OLI/OLI-248 не давали жодних продуктів. Всі інші комбінації праймерів утворювали ПЛР-продукт з очікуваними розмірами амплікону.

Отже, у процесі дослідження перевірено праймери OLI/Y2 та сконструйовано на їх основі 4 пари праймерів (Rs-28/Rs-193, Rs-28/OLI-160, Rs-28/OLI-248 та Rs-28/Y2) до гену 16S рPHK *R. solanacearum* (GenBank: NR_044040.1), що давали продукти ампліфікації з очікуваними довжинами. Сконструйовані нами пари праймерів можуть бути використані для виявлення комплексу видів *R. solanacearum*.

AGROECOLOGICAL JUSTIFICATION OF BIOENERGY CULTURES MIXED INFECTION

D. Suszanowicz¹, V. P. Patyka²

¹University of Opole (UO), Poland

Pl. Kopernika, 11a; Opole, 45-040, Poland

²Zabolotny Institute of Microbiology and Virology,

NAS of Ukraine

Academician Zabolotny st., 154; Kyiv, 03143, Ukraine

e-mail: d.suszanowicz@uni.opole.pl

There are a large number of industrial biomass forms which can act as an energy source. These are mainly agricultural wastes like winter and spring crops straw, corn trunks and roaches, sunflower husks and trunks as well as bioenergy crops or forest industry wastes. Regarding to bioenergy wood it can be fast-growing willow, birch, poplar, alder and so on taking leading place. At the same time some difficulties may occur caused by their vulnerable to disease, especially in mixed infections. Such kind of pathogens are used to be the one of the main limiting factors in bioenergy plants cultivation. The problem of risk declines caused by such diseases had been attractive for the scientists of all the times. After all phytopathogenic microorganisms and viruses not only can lead to significant crop losses but they provoke processes which are difficult to cure or whose treatment is unprofitable.

Obviously organizing effective interaction between plants, their phytopathogens and environmental factors must be a complex task. Simultaneously other types of pathogens have to be put into attention together with vector insects, other crops (including reservoirs) as well as biotic and anthropogenic factors.

The number of pathogens infecting bioenergy crops is constantly growing due to the new agricultural technologies introduction, cli-

mate change and globalization of agro-industrial production. Changes occur and accompanied by a massive and rapid exchange of seeds and planting material between different regions of the globe.

It should be noted that manifestation and nature of symptoms depend on pathogenic strains quantity at one time. That's why studying the different phytopathogenic organisms interaction at the organism level is obvious for many diseases prevention.

Given the above and taking into account that in natural conditions plants mostly come into contact with several pathogens simultaneously our understanding of interaction mechanisms remains superficial in mixed infections. Most of the known data had been obtained studying monoinfections.

As an example it can be artificial poplar infection with a mixture of bacteria and *Fusarium lateritium*. The result is more pronounced symptoms. We may assume that poplar bark necrosis is a mixed infection with *P. syringae* as the one of pathogens causing mentioned disease.

It is very necessary to establish the strain and group affiliation, study genetic properties and phylogenetic relationships of phytopathogens isolates circulating in agroecosystems (both with information of anthropogenic effects, abiotic and other biotic environmental factors). It will allow us to develop the effective measures against spreading the new strains and species of phytopathogens in Poland and Ukraine and to avoid epidemics development. This is a guarantee of understanding the causes and mechanisms of more virulent pathogens isolates for bioenergetics plants.

It's known that agricultural producers planted seedlings in places of uprooted trees to rise up the yields of bioenergy plants at the beginning of the last century. It led to LEAN-technologies of soil fertility enrichment and increased plant yields including seedlings to use the whole soil microbiota. Understanding the dynamics of phytopathogenic populations must be taken into account before creating and using resistant varieties or genetically modified plants in a certain area. This is the basics for development and implementation the

measures for morbidity prevention, crop losses reduction and implementation the national strategy for alternative energy sources and biosafety.

УДК 579.64:581.1

**ЕКЗОГЕННИЙ ЕРИТРИТОЛ ЯК ПОПЕРЕДНИК
ІНТЕНСИФІКАЦІЇ СИНТЕЗУ ГІБЕРЕЛІНІВ
NOCARDIA VACCINII IMB B-7405**

**В. І. Жданюк¹, Д. В. П'ятецька¹, Т. П. Пирог^{1,2},
Н. О. Леонова², Т. А. Шевчук¹**

¹*Національний університет харчових технологій
вул. Володимирська, 68; м. Київ, 01601, Україна*

²*Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного
НАН України
вул. Академіка Заболотного, 154; м. Київ, 03143, Україна
e-mail: zhdanuk2907@gmail.com*

Відомо, що здатність синтезувати фітогормони гіберелової природи встановлено для фітопатогенних, асоційованих із рослинами та вільноживучих бактерій. Зазвичай гібереліни утворюються в дуже низьких концентраціях [1]. Одним із способів підвищення синтезувальної здатності мікроорганізмів є внесення до середовища культивування попередників біосинтезу цільового продукту. Оскільки біосинтез гіберелінів у більшості бактерій здійснюється в метилеритритол-4-фосфатному шляху [2], попередником синтезу цих фітогормонів може бути еритритол. У попередніх дослідженнях [1] було встановлено здатність продуцента поверхнево-активних речовин *Nocardia vaccinii* IMB B-7405 утворювати невисокі кількості біологічно активних гіберелінів

(ГК₃ — 40,5; ГК₄ — 6,3 мкг/л). Мета цієї роботи — дослідити можливість підвищення синтезу фітогормонів гіберелової природи штамом ІМВ В-7405 за наявності екзогенного еритритолу.

Штам *N. vaccinii* ІМВ В-7405 вирощували в рідкому мінеральному середовищі з 2 % відпрацьованої олії (об'ємна частка). Еритритол вносили у вигляді 1 %-го розчину на початку процесу або в стаціонарній фазі росту в концентраціях 100–500 мг/л. Гібереліни екстрагували із супернатанту культуральної рідини етилацетатом за рН 2,5. Визначення концентрації гіберелінів здійснювали методами тонкошарової й вискоефективної рідинної хроматографії.

За наявності еритритолу в середовищі культивування *N. vaccinii* ІМВ В-7405 спостерігали підвищення кількості утворених фітогормонів (рисунок). Інтенсифікація синтезу гіберелінів проти контролю (21,31 мкг/л) відбувалася за додавання попередника як в лаг-фазі (28,62–53,2 мкг/л), так і в стаціонарній (27,06–48,04 мкг/л) фазі росту продуцента поверхнево-активних речо-

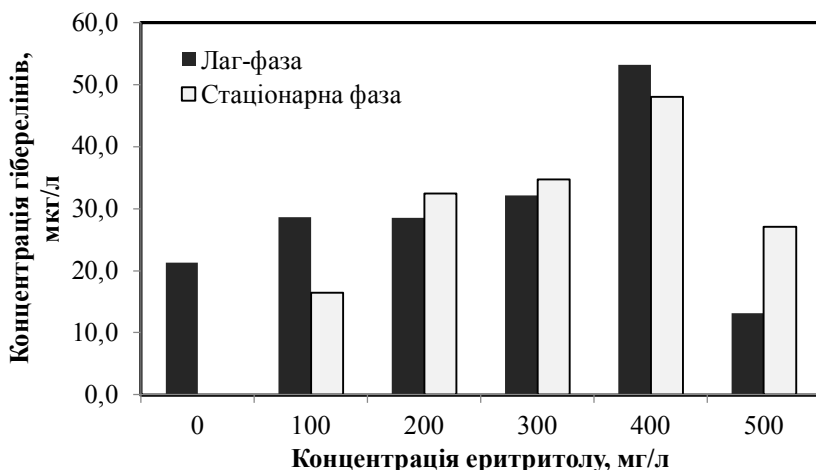


Рис. Вплив концентрації еритритолу та моменту його внесення у середовище культивування *N. vaccinii* ІМВ В-7405 на синтез гіберелінів.

вин. Найвища концентрація фітогормонів досягалася за концентрації еритритолу 400 мг/л. Подальше підвищення концентрації попередника супроводжувалось інгібуванням синтезу гіберелінів.

Отже, отримані результати показують можливість підвищення у 2–2,5 раза концентрації гіберелінів за наявності екзогенного еритритолу в середовищі культивування *N. vaccinii* IMB B-7405 і є основою для підвищення рістстимулювальної дії комплексного мікробного препарату.

1. Leonova N. O., Pirog T. P., Piatetska D. V. et al. Synthesis of gibberellins by surfactant producers *Nocardia vaccinii* IMV B-7405, *Acinetobacter calcoaceticus* IMV B-7241 and *Rhodococcus erythropolis* IMV Ac-5017. *Scientific Study & Research — Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*. 2020, 21(4): 497–509.

2. Banerjee A., Sharkey T. D. Methyl Erythritol 4-phosphate (MEP) Pathway Metabolic Regulation. *Natural product reports*. 2014; 31(8): 1043–1055.

**УТВОРЕННЯ АУКСИНІВ ПРОДУЦЕНТАМИ
ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН ЗА
НАЯВНОСТІ ТРИПТОФАНУ**

**В. І. Жданюк¹, Д. В. П'ятецька¹, Т. П. Пирог^{1,2},
Н. О. Леонова², Т. А. Шевчук¹**

¹Національний університет харчових технологій
вул. Володимирська, 68; м. Київ, 01601, Україна

²Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного
НАН України

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

e-mail: zhdanuk2907@gmail.com

У попередніх дослідженнях [1] було встановлено здатність продуцентів поверхнево-активних речовин (ПАР) *Rhodococcus erythropolis* IMB Ac-5017, *Nocardia vaccinii* IMB B-7405, *Acinetobacter calcoaceticus* IMB B-7241 синтезувати фітогормони стимулювальної дії (ауксини, цитокініни та гібереліни). Це робить комплексні мікробні препарати на основі цих штамів перспективними не лише для захисту рослин від фітопатогенів, але й для регуляції росту рослин. Одним із методів стимуляції синтезу мікробних метаболітів є внесення в середовище культивування попередників біосинтезу, наприклад, триптофану — попередника ауксинів [2]. Мета роботи — встановити оптимальну концентрацію триптофану й момент його внесення у середовище культивування продуцентів ПАР для забезпечення максимального синтезу ауксинів. Штами вирощували на мінеральному середовищі. Джерело вуглецю та енергії — відпрацьована соняшникова олія після смаження м'яса та технічний гліцерин у концентрації 2 % (об'ємна частка). Триптофан вносили в середовище у вигляді 1 %-го розчину у кількості 300 мг/л на початку процесу або наприкінці експоненційної фази росту (на 48 год. культивування).

Екстракцію ауксинів здійснювали етилацетатом за рН 3,0. Визначення концентрації гіберелінів здійснювали методами тонкошарової й високоефективної рідинної хроматографії.

У дослідженнях було виявлено, що концентрації синтезованих ауксинів підвищувалися за внесення попередника біосинтезу у всіх варіантах культивування. Узагальнені дані щодо впливу триптофану на утворення ауксинів продуцентами ПАР наведено у таблиці.

Таблиця. Синтез ауксинів за вирощування штамів у присутності триптофану

Штами	Субстрат	Кількість триптофану, мг/л	Фаза росту	Сума ауксинів, мкг/л
<i>R. erythropolis</i> IMB Ac-5017	Відпрацьована олія	—	—	9,85
		300	Лаг-фаза	766,12
		300	Експоненційна	2398,14
<i>N. vaccinii</i> IMB B-7405	Відпрацьована олія	—	—	13,23
		300	Лаг-фаза	5805,98
		300	Експоненційна	2258,57
<i>A. calcoaceticus</i> IMB B-7241	Технічний гліцерин	—	—	0
		300	Лаг-фаза	1572,44
		300	Експоненційна	4850,98

Для штамів IMB Ac-5017 та IMB B-7241 за додавання 300 мг/л триптофану наприкінці експоненційної фази росту спостерігали вищий рівень синтезу, ніж за внесення на початку культивування. Такі результати можна пояснити тим, що фітогормони є вторинними метаболітами і додавання попередника після досягнення культурою стаціонарної фази росту сприяє його більш

ефективному залученню до біосинтезу. Інша закономірність спостерігається для штаму ІМВ В-7405 — найвищу концентрацію синтезованих ауксинів фіксували у разі додавання триптофану у лаг-фазі (див. таблицю). Припускаємо, що це пов'язано із фізіолого-біохімічними особливостями штаму.

Отже, встановлено можливість підвищення на 2–3 порядки кількості синтезованих ауксинів у разі внесення попередника їхнього біосинтезу в середовище культивування з промисловими відходами. Отримані дані є основою для розробки комплексного мікробного препарату з антимікробними і рістстимулювальними властивостями для використання в рослинництві.

1. Пирог Т. П., Леонова Н. О., П'ятецька Д. В., Клименко Н. О., Шевчук Т. А. Вплив умов культивування продуцентів поверхнево активних речовин *Acinetobacter calcoaceticus* ІМВ В-7241, *Rhodococcus erythropolis* ІМВ Ас-5017 і *Nocardia vacciniі* ІМВ В-7405 на синтез фітогормонів. Наукові праці НУХТ. 2017. Т. 23, № 5. С. 15–22.

2. Mon Myo E., Ge B., Ma J., Cui H., Liu B. et al. Indole-3-acetic acid production by *Streptomyces fradiae* NKZ-259 and its formulation to enhance plant growth. BMC Microbiol. 2019. Т. 19, № 1. Р. 1–14.

СТРАТЕГІЯ РЕГУЛЮВАННЯ АКТИВНОСТІ ДІАЗОТРОФІВ ЗА ЇХ ІНТРОДУКЦІЇ В АГРОЦЕНОЗИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

С. Ф. Козар

*Інститут сільськогосподарської мікробіології та
агропромислового виробництва НААН*

вул. Шевченка, 97; м. Чернігів, 14035, Україна

e-mail: kozarsf@gmail.com

Діазотрофи, які здатні розвиватися в кореневій зоні рослин, відіграють важливу роль в агроценозах. Це зумовлено здатністю цих бактерій за рахунок фіксації азоту атмосфери і постачання його сільськогосподарським культурам поліпшувати живлення рослин. Також діазотрофи стимулюють ріст і розвиток рослин, що обумовлено продукуванням фітогормонів азотфіксувальними бактеріями. Застосування біопрепаратів на основі цих корисних мікроорганізмів сприяє підвищенню продуктивності культур і якості продукції, дозволяє зменшити хімічне навантаження на довкілля. Але під впливом низки негативних чинників навколишнього середовища селекціоновані діазотрофи-біоагенти препаратів у процесі інтродукції в агроценози втрачають свою активність і не реалізують свій потенціал.

Для розв'язання зазначеної вище проблеми й забезпечення ефективної інтродукції азотфіксувальних бактерій в агроценози пропонується стратегія регулювання активності діазотрофів, яка полягає у поєднанні бактерій різних видів, підборі умов їх сумісного культивування й застосуванні за стабілізації чисельності життєздатних клітин.

Для підтвердження правильності обраної стратегії проведено низку досліджень, зокрема за використання бульбочкових бактерій сої. Спочатку вивчено ростову активність цих мікроорганізмів за дії суспензій з метаболітами інших видів азотфіксува-

льних бактерій. Не виявлено істотного позитивного впливу суспензій діазотрофів, які належать до ризобій, азотобактера, псевдомонад, агробактерій і ентеробактера на ріст бульбочкових бактерій сої. Водночас високі концентрації суспензій мікроорганізмів пригнічували ріст *Bradyrhizobium japonicum*. Додавання в живильне середовище для культивування бульбочкових бактерій бактеріальної суспензії з метаболітами *Azospirillum brasilense* у невисокій концентрації позитивно впливало на ростову активність бульбочкових бактерій сої.

Виявлено підвищення ростової активності бульбочкових бактерій сої за їх поєднання з азоспірилами, про що свідчить збільшення в експоненціальній фазі константи швидкості поділу клітин на 40–71 %, зменшення вдвічі тривалості генерації та підвищення чисельності діазотрофів у середньому на 44 %.

Вивчено продукування фізіологічно активних сполук *B. japonicum* і *A. brasilense* у чистій і змішаній культурі. Показано, що в культуральній рідині бульбочкових бактерій і азоспірил за їх сумісного культивування збільшується кількість цитокинінів і гіберелінів, зменшується вміст абсцизової кислоти і показник співвідношення ауксини/цитокиніни проти варіантів з чистими культурами мікроорганізмів, що позитивно впливає на утворення рослинно-мікробного симбіозу.

Застосування бульбочкових бактерій сої й азоспірил у змішаній культурі сприяє інтенсивнішому утворенню бульбочок, збільшенню їхньої маси, підвищенню азотфіксувальної активності.

Перевірено різні хімічні сполуки як добавки-стабілізатори у середовище. За зберігання інокулюму зі стабілізаторами титр бактерій зменшується повільніше. Підібрано найефективніший стабілізатор, яким у наших дослідженнях виявився альгінат натрію, і його оптимальну концентрацію, що сприяє підтриманню життєздатності й функціональної активності бульбочкових бактерій сої у рідкому середовищі протягом 4 місяців.

За застосування змішаних культур діазотрофів урожайність сої збільшується в середньому на 9–16 % проти інокуляції

чистою культурою бульбочкових бактерій. Встановлено, що бактеризація сої змішаною культурою сприяє зменшенню інтенсивності вимивання водорозчинного гумусу та сполук біогенних елементів по ґрунтовому профілю. Комплексна бактеризація характеризується вищим рівнем як економічної, так і енергетичної ефективності щодо варіанту без інокуляції та варіанту з чистою культурою бульбочкових бактерій.

Отже, за реалізації запропонованої стратегії формується ефективна симбіотична бобово-ризобіальна система, що забезпечує надходження додаткового біологічного азоту в агроценози та отримання додаткової продукції.

УДК 578.85/86

ВІРУС ПОГРЕМКОВСТІ ТЮТЮНУ В КОЛЕКЦІЇ ПІВОНІЙ НБС ІМ. М. М. ГРИШКА

**Г. В. Коротсєва¹, Г. Г. Кононов¹, Т. П. Шевченко¹,
В. Ф. Горобець², Т. О. Щербакова²**

*¹ННЦ «Інститут біології та медицини» Київського
національного університету імені Тараса Шевченка
вул. Володимирівська, 64/13; м. Київ, 01601, Україна*

*²Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка
НАН України
вул. Тімірязєвська, 1; м. Київ, 01014, Україна,
e-mail: korotyeyeva@ukr.net*

Півонії — багаторічні рослини, яким завдяки своїм декоративним характеристикам належить одне з перших місць серед багаторічників. У НБС ім. М. М. Гришка колекція півонії представлена 9 видами та 565 сортами. Вона є найбільшою в Україні та

однією з найбагатших серед країн ближнього зарубіжжя та Східної Європи. Серед сортів, що складають колекцію, є всі наявні сьогодні садові групи. І хоча серед патогенів, що уражують півонії, найбільш небезпечними є гриби, віруси також викликають значні втрати за вирощування цієї культури. Вірусні хвороби, уражуючи півонії, призводять до зниження їхніх декоративних якостей та стійкості до факторів навколишнього середовища. Натеper найбільш шкодочинними вірусами півоній вважаються: вірус погремковості тютюну, вірус огіркової мозаїки, вірус кільцевої плямистості малини, вірус мозаїки гусимця, вірус латентної кільцевої плямистості суниці та вірус мозаїки люцерни.

Зазвичай вірусні інфекції поширюються на півонії дуже швидко та викликають значні втрати. Одним із основних шляхів передачі є механічний, за контакту між рослинами. До того ж вірусна інфекція може передаватися під час вегетативного розмноження півонії, за поділу чагарнику. Тому для підвищення якості посадкового матеріалу й мінімізації зараження вірусами різних сортів важливого значення набуває своєчасна діагностика. Отже, виявлення джерела інфекції, зокрема наявності збудника у посадковому матеріалі, є перспективним для зупинки поширення вірусів.

Метою роботи було виявлення та ідентифікація збудників хвороб рослин роду *Paeonia* L. у колекції НБС ім. М. М. Гришка. У процесі обстеження на листках півоній виявлено вірусоподібні симптоми у вигляді мозаїки, жовтухи блідно-жовтого та жовтого кольору, деформації листків, карликовості рослин. Ідентифікація вірусних патогенів проводилася серологічно за допомогою методу імуноферментного аналізу з використанням комерційних тест-систем виробництва Loeewe (Німеччина). Постановку аналізу здійснювали згідно з рекомендаціями виробника тест-систем.

У проведених дослідженнях встановлено наявність вірусу погремковості тютюну в рослинах півоній з нехарактерними для нього симптомами та відсутність досліджуваних вірусів у рос-

линах із симптомами карликовості, що може свідчити про наявність збудників іншої етіології, ймовірно фітоплазм. Окрім того, виявлено вірус огіркової мозаїки у рослинах роду *Phlox* L. та вказує на необхідність видалення рослин з мозаїчними симптомами, оскільки вірус огіркової мозаїки має широке коло хазяїв і передається попелицями, механічно та насінням деяких видів рослин, що може бути потенційно небезпечним за вирощування півоній.

УДК 631.847.211:581.133.1:631.81

**ВПЛИВ КОМПЛЕКСУ ХЕЛАТОВАНИХ БІОГЕННИХ
МЕТАЛІВ НА РІСТ ЧИСТИХ КУЛЬТУР
*BRADYRHIZOBIUM JAPONICUM***

К. П. Кукол, П. П. Пухтаєвич, Л. І. Рибаченко

*Інститут фізіології рослин і генетики НАН України
вул. Васильківська, 31/17; м. Київ, 03022, Україна
e-mail: katerinakukol@gmail.com*

Передпосівна обробка насіння мікробними препаратами, основою яких є високоефективні штами бульбочкових бактерій, сьогодні належить до числа невід'ємних елементів технології вирощування сої. Продуктивність симбіозу з азотфіксувальними бактеріями визначається активністю та конкурентоспроможністю штаму в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах, його комплементарністю до певного сорту рослин, а також генетичними особливостями макросимбіонта (Коць та ін, 2016; Igiehon et al., 2018). В останні роки у зв'язку із необхідністю поступового зменшення високого навантаження хімічної складової у землеробстві все більшої популярності набуває використання у сільсь-

кому господарстві препаратів на основі наночастинок біогенних металів (Heikal et al., 2020; Каленская с соавт., 2012). Тому метою наших досліджень було вивчення впливу препарату Аватар-2 Органік (ТУ У 24.1-37033728-001:2010) із нанокарбоксилатами Mg, Cu, Zn, Fe, Mn, Co, Mo, La, Ce, Ni, V, Ti, Se, Ge, Ag, Si, K, S, I, B у його складі на ріст чистих культур *Bradyrhizobium japonicum*. Як тест-об'єкти в роботу були залучені ризобії, отримані методом аналітичної селекції *B. japonicum* 6346, 646, PC07, PC08, та отримані методом неспецифічного транспозонового мутагенезу внаслідок міжродової кон'югації між *Escherichia coli* S17-1, що містить плазмиду pSUP5011::Tn5mob та штамом *B. japonicum* 646 — Tn5-мутанти B20, B78, B87, B144, B157, а також *B. japonicum* T21-2, що містить плазмиду pSUP2021::Tn5.

Чутливість бульбочкових бактерій сої до впливу робочого розчину Аватару-2 вивчали методом лунок, висічених у пластинках агаризованого середовища в чашках Петрі. Лунки діаметром 10 мм висічені в пластинках манітно-дріжджового агару стерильним металевим циліндром. Живильне середовище засівали суцільним газоном бульбочкових бактерій згідно із загальноприйнятими методиками. У лунки вносили по 80 мкл робочого розчину Аватару-2 (із розрахунку 200 мл/л т насіння) та інкубували в термостаті за температури 28 °С. Контролем слугували лунки зі стерильною водопровідною водою. Повторність у варіантах досліджу — чотириразова. Чутливість ризобій сої до комплексу хелатованих біогенних металів визначали за величиною зон затримки росту бактеріального газону.

У дослідженнях встановлено відсутність зон затримки росту *B. japonicum* 6436, 646, PC07, PC08 і Tn-5 мутантів B20, B78, B87, B144, B157 та T21-2 навколо лунок, у які було внесено робочий розчин комплексного препарату нанокарбоксилатів біогенних металів Аватар-2. На всій площі живильного середовища у чашках Петрі відзначали ріст типових для ризобій колоній. Проте за впливу комплексу нанокарбоксилатів біогенних мікро- та ультрамікроелементів на штами всіх залучених у роботу

мікроорганізмів-азотфіксаторів у чистій культурі на твердому живильному середовищі МДА появу колоній виявляли на добу пізніше проти контролю. У проведених нами раніше дослідженнях із вивчення впливу різних норм хімічних засобів захисту рослин та синтетичного харчового барвника на репродукцію та життєздатність бульбочкових бактерій із використанням методу лунок виявляли здатність діючих речовин пестицидів та барвника (кармоїзину) дифундувати у живильне середовище. Очевидно, у роботі із Аватаром-2, за аналізу його впливу на ріст *B. japonicum*, отриманих різними методами селекції, мав місце аналогічний процес, оскільки на всій поверхні чашок відзначали однорідний ріст бактеріального газону. Отже, нами встановлено високу стійкість штамів бульбочкових бактерій сої *B. japonicum* 6436, 646, PC07, PC08 і Tn-5 мутантів B20, B78, B87, B144, B157, T21-2 до комплексного препарату Аватар-2 Органік, у складі якого містяться 20 біогенних металів, хелатованих природними органічними кислотами.

Перед застосуванням нанопрепаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур необхідно попередньо вивчати їх вплив на рослини та корисну мікробіоту, оскільки токсичність наноматеріалів щодо біологічних об'єктів залежить від цілої низки факторів, основними з яких, за даними дослідників, є походження, розмір та доза наночастинок.

**РОЗРОБКА ПІДГОТОВЧОГО ЕТАПУ
МІКРОКЛОНАЛЬНОГО РОЗМНОЖЕННЯ
JUGLANS REGIA В КУЛЬТУРІ *IN VITRO***

Н. І. Теслюк, М. Л. Литвин

*Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
вул. Дворянська, 2; м. Одеса, 65082, Україна
e-mail: litvin.marina.01@gmail.com*

Зручний та швидкий метод мікроклонального розмноження дозволяє за короткий час отримати сотні генетично однорідних, оздоровлених рослин. Але метод стикається з цілою низкою методологічних проблем. Основною проблемою є те, що кожний вид або навіть сорт рослин потребує коректив у класичній методиці розмноження (Теслюк, 2019).

У попередніх роботах (Теслюк, Литвин, 2021) було виявлено проблеми мікроклонального розмноження волоського горіха (*Juglans regia*), серед яких — проблема відбору інтактного матеріалу на підготовчому етапі. Відбір матеріалу з неконтрольованих вуличних умов призводив до великого проценту зараження. Метою нашої роботи було вивчення та розробка підготовчого етапу мікроклонального розмноження *Juglans regia* в культурі *in vitro*.

Методика пророщування рослини з плодів дає змогу досить швидко отримати матеріал для подальшого введення в живильне середовище.

Набір об'єктів рослинного походження, які можна перевести в культуру *in vitro*, досить широкий. Як правило, більшість досліджень проводиться з експлантів різних органів, тканин і клітин насінних рослин [Бутенко, 1999]. Вік материнської рослини має вирішальне значення для можливості мікроклонального розмноження *Juglans regia* (Тітаренко та ін., 2009).

Встановлено, що для культури горіха найкращим методом є відбір ініціальних експлантів із молодих проростків насіння, вирощених в контрольованих умовах. Було проведено декілька експериментів, що дозволило виявити два ефективні способи пророщування насіння. Кожний метод передбачав обробку й замочування плода у мильному розчині на 10 хвилин, а далі — розчином білизни (1/4) на 10 хвилин і промиванням плодів у дистилаті.

Перший метод сприяв полегшеному відкриванню шкарлупи плодів, що спричинює прискорене зростання проростків. Для цього після обробки плоди занурювали в гарячу воду (60 °C) і надалі витримували у воді дві доби. Після чого висаджували плоди в ґрунт. Але цей метод виявив неоднозначність результатів. За цих умов плоди не завжди витримують температурне навантаження, внаслідок чого проростання не відбувається.

Тому було розроблено метод, який називають тепличним. Після обробки плоди занурювали в теплу воду (45 °C) з додаванням розчину зі слабкою концентрацією хінозолу для запобігання проростання грибка. І залишали на 3 доби в теплому приміщенні (рис.). Після чого плоди також висаджували в ґрунт.



Рис. Тепличний метод вирощування *Juglans regia*.

Отже, найкращим методом отримання інтактного матеріалу *Juglans regia* для відбору та введення в культуру *in vitro* є вирощування рослини з плодів за контрольованих умов. Розроблений

тепличний метод є оптимальним для вирощування ювенільних проростків *Juglans regia*.

1. Бутенко Р. Г. Биология клеток высших растений in vitro и биотехнологии на их основе. М. : ФБК-ПРЕСС, 1999. 160 с.

2. Тітаренко Т. Є., Медведєва Т. В., Сатіна Г. М. Розмноження буковинських сортів горіха грецького (*Juglans regia* L.). *Садівництво*. 2009. Вип. 62. С. 22–29.

3. Теслюк Н. І., Аврамович І. Оптимізація процесів адаптації мікроклонів Павловнії повстяної (*Paulownia tomentosa*) з використанням різних штамів бактерій. *Aktuelle Themen im Kontext der Entwicklung der modernen Wissenschaften*. 2019. Band 4. P. 96–98.

4. Теслюк Н. І., Литвин М. Л. Клональне мікророзмноження *Juglans regia* в культурі in vitro. *Проблеми та перспективи реалізації та впроваджень міждисциплінарних наукових досягнень*. 2021. С. 66–69.

УДК 581.2:633.854.78:582.288

БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ІЗОЛЯТИВ ФІТОПАТОГЕННИХ МІКРОМІЦЕТІВ ЗА ВПЛИВУ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКА

**Ю. А. Туровнік, І. В. Безноско, Т. М. Горган,
Л. В. Гаврилюк**

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

В умовах зростання антропогенного впливу на агроценози і погіршення фітосанітарного стану сільськогосподарських угідь, а також у зв'язку з порушенням сівозмін, надземну частину рослин та їх насіння контамінують фітопатогенні мікроміцети. Вони утворюють різноманітні інфекційні структури, як-от міцелій,

конідії, склероції, пікніди, аскоспори, що тривалий час зберігаються у ризосфері, на рослинних рештках, насінні (Петренкова зі співавт., 2012) і є постійним джерелом інфекційного фону в агроценозах. Інтенсивний розвиток фітопатогенних мікроміцетів в агроценозах сільськогосподарських культур призводить до суттєвих втрат урожаю, погіршення його якості та зменшення продуктивності рослин (Beznosko, 2021).

Відомо, що алелопатичні властивості сортів і гібридів культурних рослин здатні пригнічувати або стимулювати формування популяцій фітопатогенних мікроміцетів та впливати на стратегію їх розвитку (Parfeniuk, 2020). Тому наші дослідження було спрямовано на вивчення біологічних властивостей фітопатогенних мікроміцетів за впливу гібридів соняшника Душко та Олівер. Найважливішим показником, який характеризує фізіологічну активність фітопатогенів, є визначення культуральних властивостей ізолятів, а саме швидкості радіального росту їхнього міцелію на живильних середовищах (Chaves, 2009). Вивчення біологічних властивостей фітопатогенних мікроміцетів здійснювали за методиками, прописаними в розроблених методичних рекомендаціях (Парфенюк зі співавт., 2020).

За результатами досліджень, представлених на рисунку, встановлено, що фітопатогенні мікроміцети, виділені із насіння рослин соняшника досліджуваних гібридів, характеризувалися різною швидкістю радіального росту міцелію на живильних середовищах. Так, швидкість радіального росту міцелію гриба *Aspergillus flavus* Link залежно від гібриду варіювала від 0,032 до 0,037 мм/год. Істотно нижчу швидкість радіального росту міцелію гриба спостерігали на колоніях ізоляту *Aspergillus niger* Tieghem. Цей показник коливався від 0,027 до 0,031 мм/год. відповідно. Це свідчить про значний тиск сортових властивостей рослин соняшника гібриду Душко та Олівер на ріст та розвиток зазначених фітопатогенів. Крім того, із насіння рослин соняшника гібриду Душко та Олівер було виділено ізоляти гриба

Fusarium oxysporum Schltdl, швидкість радіального росту яких була в межах 0,024 мм/год.

Встановлено, що найвищим показником швидкості росту міцелію характеризувались ізоляти виду *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl (рис.), швидкість радіального росту яких залежно від гібриду коливалася від 0,039 до 0,043 мм/год. Це свідчить про значний тиск фізіолого-біохімічних властивостей рослин соняшника гібриду Душко на життєздатність популяції фітопатогенного гриба *A. alternata*.

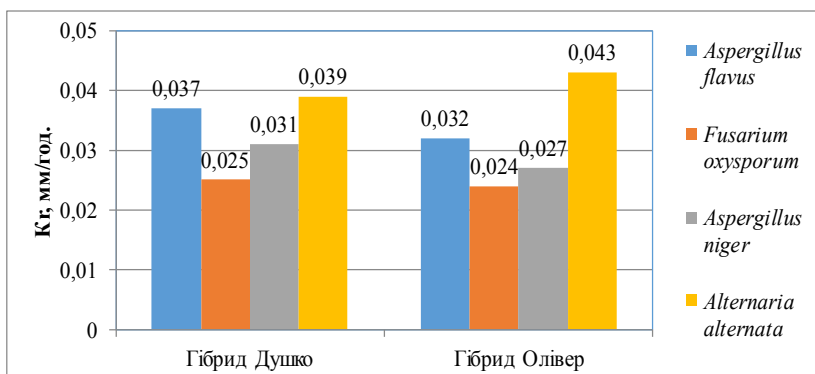


Рис. Швидкість радіального росту міцелію (K_r , мм/год.) ізолятів фітопатогенних мікроміцетів, виділених із насіння рослин соняшника гібридів Душко та Олівер.

За отриманими результатами досліджень встановлено, що гібриди соняшника Душко та Олівер істотно впливали на біологічні особливості фітопатогенних мікроміцетів у мікобіомі насіння. У мікобіомі насіння гібридів соняшника найбільш інтенсивним ростом характеризуються ізоляти гриба *A. alternata*, що свідчить про його високу конкурентну здатність, якщо порівняти з іншими ізолятами. Виділені ізоляти є токсиноутворювальними видами й можуть викликати екологічні ризики, пов'язані з погіршенням якості рослинної продукції та біологічним забрудненням агроєкосистем (Keerio, 2017).

**РІСТРЕГУЛЮВАЛЬНА АКТИВНІСТЬ
ФІТОПАТОГЕННОГО ГРИБА
*PLECTOSPAERELLA MELONIS***

Г. В. Цехмістер, А. С. Кислинська

*Інститут сільськогосподарської мікробіології та
агропромислового виробництва НААН
вул. Шевченка, 97; м. Чернігів, 14035, Україна
e-mail: anna.tceh@gmail.com*

Метаболіти патогенів займають провідне місце в ініціації й розвитку патологічного процесу та є еффекторами патогенності (Rovenich et al., 2014; Vleeshouwers & Oliver, 2014; Snelders et al., 2020; Roth et al., 2021). На перших етапах атаки патогени посиляють рослинам-хазяїнам хімічні сигнали й вступають у так званий «молекулярний діалог», мета якого полягає в проникненні всередину рослинного організму, пригніченні захисних реакцій і використанні вмісту рослинних клітин як джерела живлення (Ökmen & Doehleemann, 2014). Для колонізації тканин фітопатогени використовують різні стратегії: некротрофи вбивають своїх господарів токсинами й живляться мертвими рослинними рештками, тоді як біотрофи колонізують живі тканини й маніпулюють метаболізмом рослин, використовуючи фітогормони (Doehleemann, 2017). Токсини, ферменти, фітогормони та інші біологічно активні речовини, які високоспецифічно взаємодіють з речовинами рослини-хазяїна, можуть бути факторами патогенності.

У лабораторії рослинно-мікробних взаємодій Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН з уражених рослин огірків, що вирощувались у закритому ґрунті, виділено штам *Plectosphaerella melonis* 502 (синонім *Acremonium cucurbitacearum* 502). Це перший зареєстрований випадок патогенності грибів роду *Plectosphaerella* на території України (Korilov et al., 2021), хоча відомо, що гриб *P. melonis* є

збудником хвороб різних сільськогосподарських та плодових рослин (Carlucci et al., 2012; Raimondo & Carlucci 2018).

Рістрегулювальну активність вивчали методом біотестів (Плохинский, 1970; Копилов, 2010). Як тест-культури використовували проростки кукурудзи *Zea mays* сорту Кремінь та на-сіння крес-салату (*Lepidium sativum*) сорту Ажур, огірка посівного (*Cucumis sativus*) сорту Кущовий і цибулі ріпчастої (*Allium cepa*) сорту Халцедон.

Метою нашої роботи було дослідити рістрегулювальну активність культуральної рідини фітопатогена огірків *Plectosphaerella melonis* 502.

Встановлено, що культуральна рідина *P. melonis* 502 (одержана за вирощування гриба на рідкому суслі) інгібувала ріст проростків *Z. mays* на 14 %, пагонів *L. sativum* — на 18 % (розведення 1 : 100) та стимулювала ріст коренів *L. sativum* на 54 % і 41 % (розведення 1 : 10 та 1 : 100 відповідно). Культуральна рідина, одержана за вирощування гриба на синтетичному середовищі Ролена-Тома виявляла незначну інгібуючу дію на проростки й корені *L. sativum*, а у розведенні 1 : 1000 стимулювала ризогенез на 30 %.

Отже, фітопатоген огірків *P. melonis* 502 не виявляв фітотоксичної активності щодо досліджуваних тест-культур. Крім того, культуральна рідина гриба стимулювала ризогенез *L. sativum*. Це свідчить на користь здатності *P. melonis* 502 синтезувати рістстимулювальні речовини, що характерно для гемібіотрофних патогенів.

**ВПЛИВ БІОЛОГІЧНИХ ІНДУКТОРІВ
НА АНТИМІКРОБНУ АКТИВНІСТЬ
ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН
ACINETOBACTER CALCOACETICUS IMB B-7241**

Г. А. Ярова, Т. П. Пирог

*Національний університет харчових технологій
вул. Володимирська, 68, м. Київ, 01601, Україна
e-mail: an.yarova11@gmail.com*

Останнім часом у літературі з'являється все більше робіт, присвячених спільному культивуванню продуцентів антимікробних сполук з біологічними індукторами, за наявності яких спостерігається посилення біологічної активності синтезованих метаболітів. Раніше було встановлено, що *Acinetobacter calcoaceticus* IMB B-7241 синтезує комплекс поверхнево-активних речовин (ПАР) на широкому спектрі вуглецевих субстратів, зокрема й на гліцерині різного ступеня очищення. Проте ПАР, утворені на відходах виробництва біодизелю, характеризувалися нижчою антимікробною активністю проти синтезованих на очищеному гліцерині.

Мета роботи — дослідити антимікробну активність поверхнево-активних речовин *A. calcoaceticus* IMB B-7241, синтезованих за наявності біологічних індукторів у середовищі з гліцерином різного ступеня очищення.

A. calcoaceticus IMB B-7241 вирощували в рідкому мінеральному середовищі з очищеним гліцерином та відходами виробництва біодизелю (3 % та 5 % відповідно). Концентрації обох субстратів еквімолярні за вуглецем. Як біологічні індуктори використовували живі та інактивовані автоклавуванням клітини *Bacillus subtilis* БТ-2, а також супернатант після вирощування індуктора. ПАР екстрагували з супернатанту культуральної рідини модифікованою сумішшю Фолча. Як тест-культури для визна-

чення антимікробної активності використовували бактерії (*B. subtilis* БТ-2, *Staphylococcus aureus* БМС-1, *Proteus vulgaris* ПА-12, *Enterobacter cloacae* С-8) та дріжджі (*Candida albicans* Д-6, *Candida tropicalis* РЕ-2). Антимікробну активність ПАР аналізували за показником мінімальної інгібуючої концентрації (МІК).

Встановлено, що незалежно від типу використовуваного субстрату культивування *A. calcoaceticus* ІМВ В-7241 за наявності живих клітин *B. subtilis* БТ-2 супроводжувалось синтезом ПАР, мінімальні інгібуючі концентрації яких щодо досліджуваних бактеріальних тест-культур становили 0,23–1,84 мкг/мл і були в 3–23 рази нижчими, ніж встановлені для поверхнево-активних речовин, одержаних під час культивування без індуктора. У разі внесення інактивованих клітин *B. subtilis* БТ-2 у середовище як з очищеним гліцерином, так і відходами виробництва біодизелю спостерігали синтез ПАР, МІК яких щодо бактеріальних тест-культур становили 0,7–4,4 мкг/мл і були у 2–8 рази нижчими проти показників, визначених для поверхнево-активних речовин, отриманих під час культивування *A. calcoaceticus* ІМВ В-7241 без індуктора.

Подібні закономірності спостерігали і за дослідження дії ПАР, синтезованих за наявності індукторів, на дріжджові тест-культури. Так, використання як індукторів живих та інактивованих клітин *B. subtilis* БТ-2 супроводжувалося синтезом ПАР з вищою антифунгальною активністю (МІК 1,87–9,0 мкг/мл), ніж ПАР, утворених за відсутності індуктора (МІК 11,2–19,7 мкг/мл).

За наявності супернатанту *B. subtilis* БТ-2 у середовищі культивування *A. calcoaceticus* ІМВ В-7241 синтезувалися ПАР, антимікробна активність яких щодо бактерій була всього в два рази вищою, ніж поверхнево-активних речовин, одержаних без індуктора. Ці дані можуть свідчити про те, що індукуючий фактор зв'язаний з клітинами, а індукція потребує як хімічної, так і біологічної взаємодії між продуцентом ПАР та конкурентним мікроорганізмом.

Отже, в підсумку проведеної роботи встановлено можливість регуляції антимікробної активності поверхнево-активних речовин *A. calcoaceticus* ІМВ В-7241 внесенням у середовище культивування продуцента клітин конкурентних бактерій *B. subtilis* БТ-2. Важливо, що за таких умов культивування суттєво підвищувалася антимікробна активність поверхнево-активних речовин, синтезованих на токсичних промислових відходах виробництва біодизелю.

ГРУНТОВА МІКРОБІОЛОГІЯ

УДК 631.46:633.63

ФУНКЦІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ МЕТАБОЛІЗМУ МІКРОБНОГО МЕТАГЕНОМУ РИЗОСФЕРИ БУРЯКА ЦУКРОВОГО ПРОТЯГОМ ОНТОГЕНЕЗУ

Ю. П. Борко¹, М. В. Патика², С. Е. Дегодюк¹

¹ННЦ «Інститут землеробства НААН»

*Одеське шосе, 1; смт Чабани, Києво-Святошинський р-н,
Київська обл., 08162, Україна*

*²Національний університет біоресурсів і
природокористування України*

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

e-mail: yulia_borko@ukr.net

Отримання екологічно безпечної продукції рослинництва на фоні відновлення й збереження ґрунтової родючості повністю залежить від мікробіологічної складової ґрунту. Від того, як формуються у ризосфері окремі функціонально значимі групи мікроорганізмів протягом онтогенезу рослин, залежить родючість ґрунту і, відповідно, якісні та продуктивні показники рослин.

Тому метою наших досліджень було вивчити функціональні особливості метаболізму мікробіому ґрунту в ризосфері буряка цукрового протягом онтогенезу за органічного землеробства. Дослідження проводили на базі стаціонарного польового досліджу НУБіП України у зоні Лісостепу в основні фази онтогенезу культури (сходи, змикання листків у міжрядді, технічна стиглість).

Встановлено, що співвідношення й чисельність мікроорганізмів у ризосфері буряка цукрового змінювались протягом

онтогенезу. Так, чисельність бактерій на ГПА, оліготрофних, педотрофних, амоніфікувальних, нітрифікувальних, фосфатмобілізувальних, олігонітрофільних мікроорганізмів становила 4,1–9,1 млн КУО/г ґрунту, актиноміцетів — 1,1 млн, мікроміцетів і целюлозоруйнівних мікроорганізмів — 30,4 і 68,8 тис. КУО відповідно. В активну фазу онтогенезу рослин, завдяки інтенсивній кореневій ексудації, відбувалося корегування рослинами чисельності мікроорганізмів всіх досліджуваних фізіологічних груп (у фазу змикання листків у міжрядді їх чисельність зростала в середньому у 2,5 раза, технічної стиглості — 3,2 раза відповідно), крім мікроміцетів, чисельність яких знижувалася на 46,4 % у середині онтогенезу і, з накопиченням свіжих відмерлих органічних решток, знову зростала до 76 тис. КУО. Водночас мікробіологічні процеси амоніфікації переважали над мінералізацією, що сприяло поліпшенню трофічного режиму ґрунту, іммобілізації та акумуляції біогенних елементів у ґрунті.

Не менше значення має трансформація основних сполук вуглецю. Чисельність мікроорганізмів, які беруть участь у їх перетворенні, варіювала у межах 0,9–7,7 млн КУО/г ґрунту і мала тенденцію до зростання, що свідчить про активізацію процесів деструкції органічної речовини ґрунту. Найбільш поширеними були групи мікробіоти, що трансформують пектин, целюлозу й геміцелюлозу. Чисельність мікроорганізмів функціональних груп, які використовують у своєму метаболізмі прості вуглецьвмісні сполуки (цукри, амінокислоти, кислоти), що входять до складу корневих ексудатів рослин, також зростала від початку до кінця онтогенезу буряка цукрового (від 28,4 до 194,5 тис. КУО/г ґрунту). Водночас найбільш чисельними були групи мікроорганізмів, які використовують у своєму метаболізмі триптофан, тирозин, лимонну й щавлеву кислоти, що пов'язано з кореневою ексудацією.

Варто сказати, що зростання чисельності мікроорганізмів протягом онтогенезу рослин відобразилось у зростанні їхньої біомаси (від 211,2 до 278,8 мг С/кг ґрунту).

Встановлено, що різноманіття бактерій було вищим, якщо порівняти з мікроміцетами, у середньому на 27,7 %, що відповідає нормальним екологічним процесам ґрунтоутворення, і характеризувалося більш рівномірним розподілом та зростанням протягом онтогенезу рослин, тоді як різноманіття мікроміцетів, навпаки, знижувалось. Таксономічна структура прокаріотів ризосфери буряка цукрового включала представників 16 філ, найбільш поширеними серед яких були родини *Alcaligenaceae*, *Pseudomonadaceae*, *Gaiellaceae*, *Nitrososphaeraceae*, *Micrococccaceae*, *Solirubrobacteraceae*.

Отже, з ростом і розвитком рослин буряка цукрового за органічного землеробства протягом онтогенезу відбувається оптимізація їх метаболізму за рахунок регуляторних природних чинників, які пов'язані з продукуванням і якісним складом корневих ексудатів, що сприяє розширенню функціональної активності, зростанню чисельності, біомаси й різноманіття мікроорганізмів у ризосфері рослин, а також формуванню гомеостатичних рослинно-мікробних взаємозв'язків в агроценозі.

УДК 631.811.98:635

МІКРОБІОТА ҐРУНТУ ЗА ДІЇ ПРЕПАРАТІВ ФІТОСУБТИЛ ТА ІНТРАСЕЛЛ® В АГРОЦЕНОЗІ КАРТОПЛІ

**В. В. Бородай¹, Л. А. Сафронова², Н. А. Захарчук³,
Я. Ю. Марценюк³**

*¹Національний університет біоресурсів і
природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15; м. Київ, 03041, Україна*

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

*³Інститут картоплярства НААН
вул. Чкалова, 22; смт Немішаєве, Бородянський р-н,
Київська обл., 07853, Україна*

e-mail: veraboro@gmail.com

Інтродукція бактеріальних препаратів та стимуляторів росту рослин в агроєкосистеми в екологічно збалансованому землеробстві є ефективним заходом корекції в них мікробних процесів, стимулювання росту й розвитку рослин, особливо на ранніх стадіях росту (Ramadan et al., 2016; Черемисин, Кумпан, 2017; Волкогон, 2018; Патика, 2018).

Метою роботи було вивчення ефективності дії біологічного препарату Фітосубтил на основі штамів бактерій *Bacillus amyloliquefaciens* (Україна) та стимулятора росту рослин ІнтраСелл® (водно-диспергуючі гранули, діючою речовиною є гліцин бетаїн, Фінляндія), який згідно з «Переліком для використання в органічному виробництві...» (2020 р.) належить до стимуляторів росту рослин, на мікробіоту ґрунту в умовах Полісся України.

Польові дослідження проводили в дослідях відділу технології Інституту картоплярства НААН (смт Немішаєве Бородянськ-

кого району Київської області) у зоні південного Полісся України. Ґрунт дослідної ділянки — легкий дерново-підзолистий. Посадку картоплі раннього сорту Радомисль та середньораннього сорту Мирослава проводили в останній декаді квітня (перший термін садіння) та другій декаді травня (другий термін садіння). Вплив препаратів на мікробіоту ґрунту протягом вегетації картоплі оцінювали за загальновизнаними методами (Звягинцев, 1991; Теппер, Шильникова, 2004; Волкогон з співавт., 2010). Зразки ґрунту з ризосфери картоплі відбирали відповідно до чинних ДСТУ 4287:2004, ДСТУ ISO 10381-6-2001. Чисельність мікроорганізмів основних таксономічних груп ґрунту визначали методом послідовних розведень суспензій мікроорганізмів та їх посіву на селективні живильні середовища (Звягинцев, 1991; Теппер, Шильникова, Переверзева, 1987; Волкогон з співавт., 2010). Ідентифікацію мікроорганізмів здійснювали за відповідними визначниками.

Загальна кількість мікроорганізмів навесні перед садінням картоплі коливалась у межах 165,2–271,3 млн/г сух. ґрунту. З фітопатогенних мікроміцетів найбільш поширеними виявилися представники роду *Fusarium* spp. — 1,6–3,8 тис./г (збудники фузаріозної гнилі, яка спричинює значні втрати картоплі під час зберігання) і *Alternaria* spp. — 0,4–1,7 тис./г ґрунту (збудники альтернаріозу або сухої плямистості картоплі). Встановлено, що сумісне застосування препаратів Фітосубтил (обприскування під час садіння) і Фітосубтил та ІнтраСелл® (позакоренево два рази впродовж вегетації у фазі бутонізації й цвітіння) сприяє збільшенню загальної кількості бактерій у ґрунті проти контролю на 10,2–33,5 % за вирощування картоплі сорту Радомисль та на 5,3–27,2 % — сорту Мирослава, збільшується чисельність сапротрофних мікроорганізмів, а саме *Trichoderma* spp., які ефективно конкурують із фітопатогенними грибами. Якщо порівняти з контролем, спостерігали зміни якісного складу мікробіоти ґрунту, домінантними були представники бактерій родів *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Micrococcus*. Встановлено зниження чисельності фіто-

патогенних мікроорганізмів в агроценозах картоплі у середньому в 1,4–4,6 раз, що може бути зумовлено змінами мікробіологічного складу ризосфери ґрунту, активізацією сапротрофної ґрунтової мікрофлори та її антагоністичною дією до збудників хвороб.

УДК 579.64:631.46:631.452

ВИЗНАЧЕННЯ СПРЯМОВАНOSTІ ПРОЦЕСІВ МІНЕРАЛІЗАЦІЇ-СИНТЕЗУ ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ В ҐРУНТАХ АГРОЦЕНОЗІВ

**В. В. Волкогон, С. Б. Дімова, К. І. Волкогон,
Н. П. Штанько, Н. В. Луценко**

*Інститут сільськогосподарської мікробіології та
агропромислового виробництва НААН
вул. Шевченка, 97; м. Чернівці, 14035, Україна
e-mail: volkogon@ukr.net*

Вимірювання відмінностей у вмісті органічної речовини ґрунту (ОРГ) з достатньою точністю для визначення статистичної значущості впливу того чи іншого чинника є доволі складним завданням як через просторову відмінність, так і (особливо) через порівняно високий фон ОРГ, на тлі якого відбуваються зміни (Poulton et al., 2018), тож у більшості обставин можна досягти лише наближення до реальних сценаріїв. Крім того, суттєвим недоліком більшості з наявних методів досліджень є те, що вони відображають поступовий вплив антропогенних змін, а не швидкі реакції ґрунтової системи.

Значні перспективи в оперативному визначенні спрямованості процесів мінералізації-синтезу ОРГ можуть бути за використання мікробіологічних методів, оскільки сьогодні вже не викли-

кає сумніву мікробіологічне походження ОРГ. За окремими твердженнями (Wolters, 2000; Ekschmitt et al., 2008) мікроорганізми трансформують 85–90 % всіх наявних у ґрунті органічних матеріалів. Для швидкої оцінки ситуації зі спрямованістю процесів мінералізації органічної речовини та її синтезом у ґрунті ще в 1975 р. Є. М. Мішустінін запропоновано розраховувати коефіцієнти мінералізації-іммобілізації за використання співвідношення чисельності мікроорганізмів, які засвоюють переважно мінеральні сполуки азоту, до кількості амоніфікаторів. Пропонується також використання структурно-функціонального співвідношення мікроорганізмів-мінералізаторів органічної речовини і тих, що беруть участь у синтезі гумусу (Bagdanaviciene, 1997).

Проте зазначені методичні рішення, попри їх популярність серед дослідників, не враховують тієї обставини, що чисельність мікроорганізмів не завжди може об'єктивно відображати їхню функціональну активність. У зв'язку з цим важливим є визначення активності ключових біологічних процесів, що характеризують спрямованість мінералізації-синтезу ОРГ. Таким процесом, на нашу думку, є емісія N_2O та CO_2 . Завдяки тісно пов'язаним циклам вуглецю та азоту антропогенні чинники впливу на процеси деструкції органічної речовини й синтезу її *de novo* в наземних екосистемах безпосередньо впливають не лише на процеси трансформації С у ґрунтах, але й на обмін біосфера — атмосфера газоподібними азотними сполуками (Sahrawat, Keeney, 1986; Li et al., 2005).

У зв'язку з цим ми пропонуємо за використання методів газової хроматографії визначати інтенсивність емісії цих газів залежно від дії досліджуваних чинників та їх співвідношення для оцінки їхніх перспектив. Базуючись на емісійному співвідношенні $\text{г N-N}_2\text{O/кг C-CO}_2$, можна розраховувати індекси мінералізації-синтезу як відношення модуля різниці емісійного співвідношення $\text{г N-N}_2\text{O/кг C-CO}_2$ ґрунту «еталонної» ділянки (переліг, цілина) і ґрунту агроценозу до показника емісійного співвідношення $\text{г N-N}_2\text{O/кг C-CO}_2$ «еталонної» ділянки:

$$I_{\text{м-с}} = (E_{\text{е.д.}} - E_{\text{агро}}) / E_{\text{е.д.}}$$

де $I_{\text{м-с}}$ — індекс мінералізації-синтезу;
 $E_{\text{е.д.}}$ — емісійне співвідношення г N-N₂O/кг C-CO₂ «еталонної» ділянки;
 $E_{\text{агро}}$ — емісійне співвідношення г N-N₂O/кг C-CO₂ в агроценозі.

За інтенсивних мінералізаційних процесів у ґрунті показники $I_{\text{м-с}}$ будуть мати від’ємні значення. Наближення значень індексу до «0» буде свідчити про стан врівноваженості досліджуваних процесів. За умови, коли синтетичні процеси у ґрунті домінують над мінералізаційними, отримані результати матимуть знак «+».

Проведені дослідження свідчать про перспективність цього методу. Він може бути суттєвим доповненням до наявних агрохімічних, оскільки дозволяє оперативно визначати вплив чинників на спрямованість процесів деструкції-синтезу ОРГ і своєчасно реагувати на ситуацію.

ДИНАМІКА ЧИСЕЛЬНОСТІ МІКРОМІЦЕТІВ У ЧОРНОЗЕМІ ОПІДЗОЛЕНОМУ ЗА ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ ФУНГІЦИДІВ

Я. В. Гетьман, О. Є. Найдьонова

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

Сьогодні особливої актуальності набуває проблема наслідків застосування пестицидів, зокрема фунгіцидів, у сільському господарстві. Крім безпосереднього цільового призначення (пригнічення фітопатогенних мікроміцетів), фунгіциди чинять багатосторонній, часто негативний вплив на ґрунтову біоту, зокрема угруповання грибів, що, в свою чергу, призводить до несприятливих змін властивостей ґрунту і, як наслідок, до зниження продуктивності рослин. Гриби як компонент ґрунтових мікробних ценозів здійснюють виконання широкого спектру екологічних функцій, найбільш важливою з яких є розкладання органічних речовин. Вплив фунгіцидів на ґрунтові мікроміцети може призвести до втрати збалансованості біодеструкції та біосинтезу органічної речовини ґрунту. Крім того, гриби регулюють фітосанітарний стан ґрунту, відіграють суттєву роль у процесах самоочищення антропогенно-забруднених ґрунтів, забезпечуючи його здоров'я. З огляду на це, виникає необхідність пошуку нових підходів до вибору й використання фунгіцидів та розробки новітніх методів моніторингу ґрунтів, які зазнали їхнього впливу.

Метою дослідження було порівняльне оцінювання ефективності дії різних фунгіцидів на розвиток кореневої гнилі ячменю ярого за використання штучного інфекційного фону (*Fusarium oxysporum* та *Fusarium proliferatum*) та відстеження динаміки

змін чисельності ґрунтових мікроміцетів після застосування досліджуваних фунгіцидів.

Досліджено дію трьох хімічних однокомпонентних фунгіцидів на основі різних діючих речовин з різними механізмами дії на організми-мішені та двох біологічних фунгіцидів на основі грибів-антагоністів:

1) Альфа Стандарт (виробник ALFASmartAgro) з діючою речовиною карбендазим 500 г/л (хімічної групи бензімідазолів);

2) Фолікур (виробник Bayer) з діючою речовиною тебуконазол 250 г/л (хімічної групи триазолів);

3) Квадріс (виробник Syngenta) з діючою речовиною азоксі-стробін 250 г/л (хімічної групи стробілурінів);

4) Тріходермін (виробник ТОВ «Біо центр»), діючий агент — гриб-антагоніст *Trichoderma viride (lignorum)*;

5) Хетомік (виробник Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН), діючий агент — гриб-антагоніст *Chaetomium cochlioides*.

У вегетаційному досліді із застосуванням штучного інфекційного фону встановлено ефективність дії різних фунгіцидів на прояв і розвиток кореневої гнилі рослин ячменю ярого, спричиненої збудниками *Fusarium oxysporum* та *Fusarium proliferatum*. Передпосівну обробку насіння проводили рекомендованими дозами препаратів. Оцінку ураженості кореневої системи рослин здійснювали за рекомендованою FAO шкалою СІММУТ. Найбільш ефективними виявилися фунгіцид біологічного походження Хетомік, з хімічних фунгіцидів — Фолікур з діючою речовиною тебуконазол, які зменшили розповсюдженість хвороби на 51 % і 28 % відповідно.

У лабораторному модельному досліді простежено динаміку чисельності мікроорганізмів різних екофункціональних і таксономічних груп, зокрема мікроміцетів, у чорноземі опідзоленому після одноразової обробки поверхні фунгіцидами, рекомендованими для обробки рослин у період вегетації дозами (рис.).

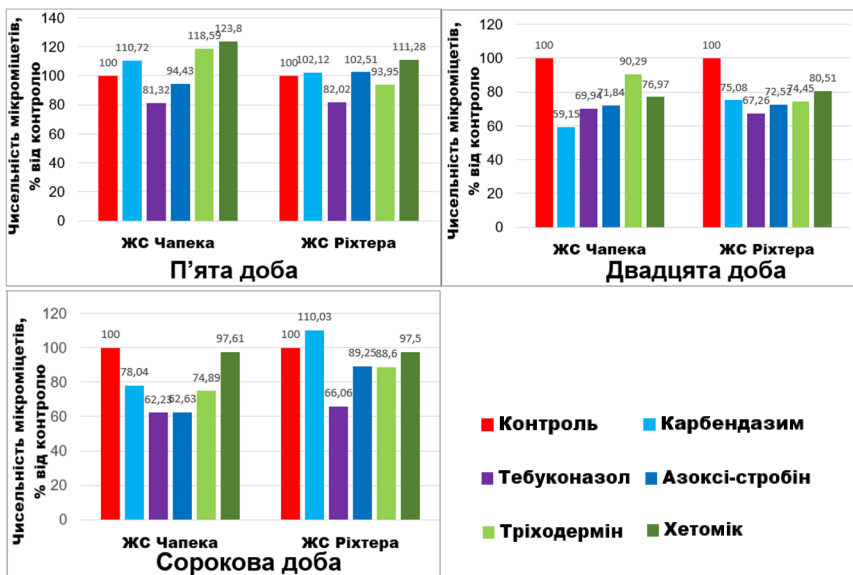


Рис. Вплив фунгіцидів на чисельність ґрунтових мікроміцетів.

На п'яту добу після застосування досліджуваних фунгіцидів чисельність грибів достовірно не відрізнялася від контролю або була дещо вищою (Тріходермін і Хетомік, за рахунок росту біо-агентів препаратів), нижчою вона була лише за застосування тебуконазолу; згодом, на 20-у добу, відбулося зниження їх чисельності на 20–30 % проти контролю. Чисельність мікроміцетів залишалася меншою, ніж у контрольному ґрунті і на сорокову добу після обробки ґрунту, і лише у разі застосування біологічного фунгіциду Хетоміка майже відновилася до значень контрольного ґрунту.

ВАРІАБЕЛЬНІСТЬ МІКРОБІОМУ РИЗОСФЕРИ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В ПРОЦЕСІ ОНТОГЕНЕЗУ

А. М. Гончар, О. Л. Тонха, М. В. Патика

*Національний університет біоресурсів і
природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15; м. Київ, 03041, Україна
e-mail: byasya40@gmail.com*

Ризосфера рослин — найскладніша екосистема на Землі, унікальне середовище, особливість функціонування якого ґрунтується на низькомолекулярних сполуках у вигляді кореневих ексудатів. Вона містить близько 10^{12} мікробних клітин, а їх різноманіття може становити понад 30 000 прокаріотів. Ексудатія кореневою системою продукує близько 40 % біомаси рослинних сполук, які були отримані в процесі фотосинтезу та є поживним середовищем для функціонування ґрунтових мікроорганізмів, а також містять сигнальні молекули, що зумовлюють ефективне формування рослинно-мікробних взаємодій. Ризосфера рослин — перспективний середовищеутворювальний ресурс для пошуку нових універсальних агентів мікробних препаратів, що створюють потужний базис наукоємних біотехнологічних розробок для формування високопродуктивних агроценозів. Відомості про варіабельність мікробіому ризосфери зернових культур в процесі онтогенезу мають фрагментарну динаміку, тому існує необхідність розширення сучасних знань у цьому контексті.

Мета роботи — вивчення чисельності та складу мікробного комплексу ризосфери пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) у процесі онтогенезу.

Дослідження проводили на базі НУБіП України та його відокремленого підрозділу НДГ «Агрономічна дослідна станція» (с. Пшеничне, Васильківський р-н, Київська обл.). Тип ґрунту — чорнозем типовий (глибокий малогумусний крупнопилуватий

середньо-суглинкового гранулометричного складу). Аналіз зразків ризосферного ґрунту з варіантів різних сортів пшениці озимої вітчизняної селекції проведено за загальноприйнятими методами в мікробіології.

Результати аналізу чисельності ґрунтових мікроорганізмів під пшеницею озимою свідчать про варіабельність мікробної біомаси за сортовими варіантами. Спостерігали збільшення чисельності спороутворювальних бактерій: у варіантах вирощування сортів Трудівниця Миронівська, Манера Одеська, Лайнер, Легенда Білоцерківська та Поліська 90 у два рази (в середньому $4,2 \times 10^7$ КУО/г), якщо порівняти з Міп Валенсія, Міп Дніпрянка та іншими сортами Селекційно-генетичного інституту НААН ($2,0 \times 10^7$ КУО/г ґрунту). Встановлено значну диференціацію чисельності мікроорганізмів основних фізіологічних груп залежно від сорту. Чисельність олігонітрофільних бактерій в орному шарі ґрунту в посівах пшениці озимої протягом вегетації зростала та варіювала в межах 169–302 млн КУО/г ґрунту (за винятком варіанту з сортом пшениці Міп Дніпрянка), що свідчить про проходження азотфіксувальних процесів. Спостереження за біомасою бактерій (живим і чутливим компонентом органічної речовини) під різними сортами *Triticum aestivum* L. свідчать про зростання цього показника з 6 до 9 т/га. За дослідними варіантами зафіксовано 75–132 млн стрептоміцетів в 1 г ґрунту. Відносна кількість мікроміцетів у варіантах Міп Дніпрянка, Поліська 90, Намисто та Щедрівка Київська була вищою проти інших сортових варіантів (наприклад, Гарантія Одеська, Лісова пісня, Трудівниця Миронівська). Чисельність бактерій на різних живильних середовищах (МПА, ГА, МПА + СА) не була стабільною та змінювалась у діапазоні від 5,8 до 231×10^6 КУО/г сухого ґрунту. Показано, що за вирощування різних сортів пшениці озимої спостерігаються стабільні показники інтенсивності виділення CO_2 — від 5,2 до 7,0. Аналогічно спостерігали динаміку поглинання O_2 (не більше 5,3–6,8). Це свідчить про те, що у дослідному ґрунті створюються оптимальні умови для життєдіяльності мікроорганізмів.

мів, унаслідок чого підвищується його біологічна активність. Загальний пул сапротрофних мікроорганізмів ризосфери змінюється на користь екологопластичних бацил. Отже, експериментальні дані підтверджують актуальність розширення наукових знань щодо біологічних характеристик та варіабельності ґрунтових мікроорганізмів, адаптованих до умов ризосфери пшениці озимої. Важливо проводити відбір штамів-продуцентів з високою здатністю до колонізації, стійкості та інтеграції компонентів рослинно-мікробних систем в умовах сучасного агровиробництва, техногенного навантаження та стресів, зокрема з акцентом на ефективність біоконтрольних функцій ризосферних бактерій (антифунгальна активність та інше).

УДК 631.461.61:631.582:633.854.78

**ЦЕЛЮЛОЗОЛІТИЧНА АКТИВНІСТЬ ЧОРНОЗЕМУ
ТИПОВОГО ЗА РІЗНОГО НАСИЧЕННЯ
КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІН
СОНЯШНИКОМ**

З. О. Дегтярьова

*Державний біотехнологічний університет
п/в «Докучаєвське-2», Харківський р-н, Харківська обл.,
62483, Україна
e-mail: zinaidasamosvat@gmail.com*

У збереженні та відновленні родючості ґрунту значна роль відводиться мікроорганізмам. Вони є важливою складовою процесу ґрунотворення і ланкою, що забезпечує екологічну рівновагу ґрунтової екосистеми. Завдяки діяльності ґрунтових мікроорганізмів у ґрунті накопичується не лише азот, а й інші рухомі форми елементів живлення, такі як фосфор та калій.

ISBN 978-617-7570-67-6

Целюлазна активність є показником загальної біологічної активності ґрунту. Розкладаючи целюлозу, мікроорганізми виділяють у середовище деякі ферменти, які сприяють утворенню гумусових речовин із продуктів розщеплення клітковини. Характер розкладання целюлози ґрунтовими мікроорганізмами зумовлюють погодні умови (температурний режим, вологість), характер рослинного покриву, хімічні та фізичні властивості субстрату, вміст у ньому органічних речовин тощо

Дослідження біологічної активності ґрунту проводили на стаціонарі кафедри агротехнологій та землеробства дослідного поля у посівах сояшнику за такою схемою: 1) контроль (чистий пар); 2) насичення сояшником — 20 %; 3) насичення сояшником — 40 %; 4) насичення сояшником — 60 %. Клімат у районі проведення досліджень — помірно-континентальний і характеризується підвищеною середньорічною температурою повітря та недостатньою кількістю атмосферних опадів, а також їх нерівномірним розподілом.

Стан і активність мікроорганізмів у ґрунті визначається інтенсивністю розкладання целюлози. У наших дослідженнях визначення загальної біологічної активності ґрунту проводили пошарово до 30 см. Целюлозолітичну активність ґрунту визначали за відсотковими втратами лляної тканини за методикою Є. М. Мішустіна, І. С. Вострова і А. М. Петрової. Тривалість експозиції розкладання лляного полотна — 45 діб у полях сояшнику та чистого пару. Лляне полотно закладали на початку цвітіння сояшнику. Ґрунт дослідної ділянки — чорнозем типовий важкосуглинковий на лесовидному суглинку.

У наших дослідженнях інтенсивність розкладання целюлози в орному шарі ґрунту мала відмінності залежно від відсоткового насичення сівозміни сояшником. Серед короткоротаційних сівозмін із різною насиченістю сояшником найвища активність розкладання целюлози відзначена у сівозміні з насиченням 20 %. В орному шарі ґрунту цієї сівозміни рівень біологічної активності становив 47,7 %. Встановлено, що ступінь розкладання во-

локна у поверхневому шарі ґрунту найнижча — 36,7 %. У цьому варіанті відбувалося інтенсивне розкладання целюлози в нижчих шарах ґрунту. Виявлено збільшення біологічної активності ґрунту в шарі 10–20 см на 3,3 % та 20–30 см на 29,7 % проти поверхневого шару.

За розміщення соняшнику в сівозміні з часткою 40 % виявлено позитивний вплив на інтенсивність розкладання полотна в усіх досліджуваних шарах, де втрата полотна в середньому становила 42,9 % від його маси.

Незначне зниження біологічної активності ґрунту відбувалося в контрольному варіанті (поле чистого пару) за рахунок недостатньої зволоженості верхнього шару ґрунту. Так, у цьому шарі целюлазна активність у 4 рази нижча від інших досліджуваних шарів. Проте високу активність виявлено в шарах ґрунту 10–20 і 20–30 см: 30,2 % та 53,1 % відповідно.

У дослідженнях визначено, що розміщення в сівозміні соняшнику з часткою 60 % зумовлює зниження активності розкладання лляного полотна в усіх досліджуваних шарах ґрунту проти інших варіантів. У верхньому шарі ґрунту інтенсивність розкладання склала 4,8 %, тоді як із поглибленням до 10–20 та 20–30 см — 11,3 % та 14,6 % відповідно.

Активність ґрунтових мікроорганізмів насамперед залежала від умов зволоженості орного шару (0–30 см). Досліджувані короткоротаційні сівозміни з різними частками соняшнику по-різному впливають на загальну біологічну активність ґрунту. Відзначена тенденція до підвищення розкладання лляного полотна з частками соняшнику в сівозмінах 20 % і 40 %. Недостатнє зволоження сприяло зменшенню інтенсивності розкладу клітковини у верхніх шарах ґрунту контрольного варіанту та сівозміні з часткою соняшника 60 %.

**КОРЕЛЯЦІЙНІ ЗВ'ЯЗКИ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ГРУП
МІКРООРГАНІЗМІВ З ПОКАЗНИКАМИ
РОДЮЧОСТІ ЧОРНОЗЕМУ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ
УДОБРЕННЯ**

О. В. Демиденко

*Черкаська державна сільськогосподарська дослідна
станція ННЦ «Інститут землеробства НААН»
вул. Докучаєва, 13; с. Холодненьке, Смілянський р-н,
Черкаська обл., 20731, Україна
e-mail: smilachiapv@ukr.net*

Дослідження проводили в стаціонарному польовому досліді Черкаської державної сільськогосподарської дослідної станції ННЦ «Інститут землеробства НААН», закладеному в 2010 році. Грунт — чорнозем опідзолений сильнореградований на карбонатному лесі. Вміст гумусу — 2,76–3,22 %. Вивчалася 5-пільна зерно-просапна сівозміна: горох — озима пшениця — кукурудза — соя — ячмінь ярий. Насиченість бобовими культурами складає 40 %.

Інтенсивна система (органо-мінеральна) удобрення передбачала такі дози добрив: горох — $N_{30}P_{50}K_{50}$, пшениця озима — $N_{30}P_{90}K_{90} + N_{50} + N_{40}$, соя — $N_{20}P_{60}K_{60} + N_{40}$, кукурудза — $N_{20}P_{90}K_{90} + N_{100}$, ячмінь ярий — $N_{20}P_{80}K_{80}$. Органічна система удобрення: без внесення мінеральних добрив та з використанням побічної продукції попередника як добриво (14 т/га), з обробленням зерна азотфіксувальними, фосформобілізувальними біологічними препаратами, регуляторами росту, гуматами та підживленням гуматами, регулятором росту рослин або біопрепаратом.

Кореляційна залежність чисельності представників фізіологічних груп ґрунтових мікроорганізмів з вологістю чорнозему в 0–20 см шарі чорнозему показує прямий кореляційний зв'язок на рівні сильної кореляції ($R = +0,85...+0,90 \pm 0,03$; $R^2 = 0,73-0,81$)

з амоніфікувальними, педотрофними мікроорганізмами, а з мікроміцетами залежність знижується до кореляції середнього рівня ($R = +0,61 \pm 0,03$; $R^2 = 0,31$). Чисельність гуматруйнівних мікроорганізмів із фактором зволоженості була на рівні оберненої сильної кореляції ($R = -0,84 \pm 0,02$; $R^2 = 0,72$). Найменшою мірою чисельність амілолітичних й оліготрофних груп мікроорганізмів реагувала на зміну зволоженості чорнозему: $R = -0,28 \dots -0,39 \pm 0,02$; $R^2 = 0,08-0,15$. Між рівнем зволоженості та біогенністю чорнозему виявлено прямий кореляційний зв'язок ($R = +0,79 \pm 0,02$; $R^2 = 0,62$). За аналогічним принципом встановлюється зв'язок рівня зволоженості з коефіцієнтом педотрофності ($K_{\text{пдт}}$) ($R = +0,68 \pm 0,02$; $R^2 = 0,46$), а коефіцієнт мінералізації-імобілізації ($K_{\text{м/і}}$) з рівнем зволоженості корелює на рівні оберненої сильної кореляції ($R = -0,76 \pm 0,02$; $R^2 = 0,58$) і пов'язаний зі зростанням чисельності гуматруйнівних мікроорганізмів. Розрахунок кореляційних зв'язків між чисельністю представників різних фізіологічних груп мікроорганізмів із щільністю будови чорнозему показав, що кількість амінофікувальних, педотрофних мікроорганізмів із щільністю будови корелювала на рівні оберненої сильної кореляції ($R = -0,85 \dots -0,88 \pm 0,03$; $R^2 = 0,73-0,79$), а чисельність мікроміцетів — на рівні оберненої кореляції середнього рівня: $R = -0,61 \pm 0,02$; $R^2 = 0,37$.

Кількість лабільних гумусових речовин корелювала на рівні прямої сильної кореляції з амоніфікаторами, педотрофами та мікроміцетами, що сприяло зростанню біогенності ґрунту, яка з кількістю лабільних гумусових речовин корелювала на рівні прямої сильної кореляції: $R = +0,74 \dots +0,89 \pm 0,03$; $R^2 = 0,55-0,79$. З гуматруйнівною групою мікроорганізмів та $K_{\text{м/і}}$ уміст лабільних гумусових речовин мав обернену кореляцію: $R = -0,65 \dots -0,88 \pm 0,02$; $R^2 = 0,42-0,77$.

Виявлено, що між виходом к. о. та амоніфікувальними, педотрофними та мікроміцетами, біогенністю та коефіцієнтом педотрофності виявлено обернену сильну кореляцію ($R = -0,79 \dots -0,87 \pm 0,02$; $R^2 = 0,62-0,76$), а з амілолітичними й оліготроф-

ними групами мікроорганізмів зв'язок був на рівні оберненої кореляції середнього рівня. Зростання виходу к. о. на 1 га сівозміни корелювало на рівні прямої сильної кореляції з умістом гумусоруйнівних мікроорганізмів ($R = +0,86 \pm 0,03$; $R^2 = 0,74$), а з коефіцієнтом мінералізації-іммобілізації зв'язок послаблювався до середнього рівня кореляції. За інтенсивної системи удобрення відбувається зростання щільності будови за збільшення посушливості ґрунтових умов, що посилює процес мінералізації гумусу за рахунок зростання активності гуматруйнівних мікроорганізмів. За органічної системи удобрення відбувається розущільнення 0–20 см шару чорнозему, що стимулює зростання активності амоніфікувальних та педотрофних груп мікроорганізмів, меншою мірою впливає на біогенність та активність амілолітичних та оліготрофних груп мікроорганізмів.

УДК 579.64:631.86/87

ВПЛИВ ОРГАНІЧНИХ АГРОФОНІВ НА РОЗВИТОК ІНТРОДУКОВАНИХ БАКТЕРІЙ У КОРЕНЕВІЙ ЗОНІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

В. П. Сидоренко, К. І. Волкогон

*Інститут сільськогосподарської мікробіології та
агропромислового виробництва НААН
вул. Шевченка, 97; м. Чернігів, 14035, Україна
e-mail: sydorenkochrom@gmail.com*

Інокуляція насіння агрономічно корисними мікроорганізмами позитивно впливає на ріст і розвиток культурних рослин за їх вирощування по мінеральних агрофонах, що показано численними дослідженнями. Водночас є лише поодинокі й суперечливі повідомлення про ефективність цього агрозаходу у вирощуванні

сільськогосподарських культур по фонах органічних добрив. Причому є дані, які свідчать, що використання гною великої рогатої худоби (ВРХ) нівелює позитивний вплив інокулянту, а сидеральні добрива, навпаки, підсилюють його. Для уточнення цієї інформації ми дослідили розвиток бактерій — агентів мікробних препаратів, у корневих сферах рослин залежно від агрофонів.

Дослідження проводили в умовах вегетаційних дослідів з картоплею, ячменем ярим та пшеницею озимою. Ґрунт (чорнозем вилюжений) відбирали навесні у відповідних варіантах польового стаціонарного дослідів, де культури вирощуються в короткоротаційній сівозміні (картопля – ячмінь ярий – горох – пшениця озима). Відібраний ґрунт вже був збагачений органічними добривами, які вносили восени у відповідних варіантах під картоплю: подрібнена солома пшениці (5 т/га), сидеральна маса люпину вузьколистого (13 т/га), підстилковий гній ВРХ (40 т/га), а також їх поєднання. Для картоплі дія органічних добрив була прямою, а для всіх інших культур — післядією.

Використані в досліді бактерії — *Azospirillum brasilense* 410 (біологічний агент препаратів Біогран і Мікрогумін для картоплі і ячменю, відповідно) та *Paenibacillus polymyxa* КВ (біологічний агент препарату Поліміксобактерин для пшениці) попередньо адаптували до стрептоміцину за методом В. Зібальського. Отримані мутанти мали стійкість до стрептоміцину сульфату на рівні 3000 мкг/мл.

У вегетаційному досліді з картоплею сорту Скарбниця кожен паросток під час посадки обробляли суспензією *Azospirillum brasilense* 410^{Str} з розрахунку 500 тис. КУО/рослину. У досліді з ячменем ярим сорту Гося насіння перед висівом інокулювали суспензією *A. brasilense* 410^{Str} з розрахунку 225 тис. КУО/насініну. У досліді з пшеницею озимою сорту Поліська 90 як інокулянт використовували *P. polymyxa* КВ^{Str} з розрахунку 400 тис. КУО/насініну.

Чисельність стрептоміцинстійких бактерій визначали в динаміці у ризосферному ґрунті рослин та на відмитих коренях.

Встановлено, що як пряма дія гною ВРХ, так і його першого року післядії негативно впливають на розвиток інтродукованих азоспірил у ризосферному ґрунті рослин. У рік прямої дії соломи не відзначено змін у чисельності бактерій, проте за першого року післядії цього добрива спостерігається стимулювальний ефект. Дія й післядії зеленого добрива, застосованого як окремо, так і в поєднанні з соломою, сприяє суттєвому зростанню кількості стрептоміцинстійких азоспірил. Залежність розвитку інтродукованого мікроорганізму на коренях від досліджуваних чинників аналогічна, проте внаслідок порівняно вищої чисельності проти ризосферного ґрунту є контрастнішою.

В умовах третього року післядії органічних добрив за вирощування пшениці озимої вплив органічних добрив на розвиток *P. polymyxa* KB^{Str} значною мірою нівелюється, проте тенденції зберігаються.

Отже, солома пшениці у рік внесення не впливає на чисельність досліджуваних бактерій, але сприяє збільшенню показників у наступному році. Люпиновий сидерат та його поєднання з соломою стимулює розвиток *A. brasilense* 410^{Str} у рік внесення добрив та за першого року їх післядії. Пряма дія та післядії гною ВРХ негативно впливає на розвиток інтродукованих мікроорганізмів у кореневій зоні рослин. З часом (в умовах третього року післядії) вплив органічних добрив на розвиток інтродукованих в агроценози бактерій суттєво зменшується.

УДК [631.445.41:631.46]:[631.8:631.674.6]

ВПЛИВ РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ НА МІКРОБІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО В УМОВАХ ВИРОЩУВАННЯ СУНИЦІ САДОВОЇ ЗА КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

Н. І. Ковалжи, С. В. Рєзнік, Д. В. Гавва

Державний біотехнологічний університет

п/в «Докучаєвське-2», Харківський р-н, Харківська обл.,

62483, Україна

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

В умовах прийняття Стратегії зрошення та дренажу в Україні (Розпорядження КМУ № 688-р від 14 серпня 2019 року) поставлено мету відновлення та збільшення площ зрошуваних земель і дренажних систем, що робить особливо актуальними дослідження змін у ґрунті, які відбуваються під впливом зрошення. Оскільки розвиток ґрунтового покриву багато в чому залежить від мікробіологічної активності ґрунту, яка значною мірою зумовлює мінералізацію рослинних решток, переводячи «законсервовані» поживні речовини в доступні для рослин форми, то для забезпечення сталого екозбалансованого розвитку землеробства, збереження та відтворення родючості ґрунту показники чисельності еколого-трофічних груп мікроорганізмів є індикативними.

Дослідження проводили на чорноземі типовому важкосуглинковому на лесі. Варіантами дослідження було обрано ділянки під природним фітоценозом (переліг з 1946 року), ділянка за традиційної системи обробітку (кукурудза, рілля більше 100 років) на глибинах від 0 до 40 см та варіанти вирощування суниці садової під краплинним зрошенням за різних систем удобрення з глибин — верхній шар (гребінь) й глибше до 50 см: I ділянка — суниця без удобрення; II ділянка — суниця за мінеральної системи удобрення; III ділянка — суниця за органо-мінеральної системи удобрення; IV ділянка — суниця за органічної системи удоб-

рення. Як добриво використовували нітроамофоску $N_{16}P_{16}K_{16}$ з розрахунку 400 кг/га та напівперепрілий гній 50 т/га. Вода для зрошення: 3 клас — непридатна для зрошення за вмістом заліза.

Для оцінки впливу різних систем удобрення за вирощування суниці садової використовували показник біогенності, який розраховували як суму кількості оліготрофних колонієутворювальних одиниць (КУО) мікроорганізмів, які розкладають органічні форми азоту та асимілюють мінеральні форми азоту.

За порівняння показника мікробіологічної активності (біогенності), найвищий показник зафіксовано у варіанті перелогу в шарі ґрунту 0–10 см (8,75 млн КУО/г сухого ґрунту (с. г.)). Застосування добрив під суницею стало причиною підвищення показника у верхніх горизонтах ґрунту, особливо в гребні, а саме: 9,95 млн КУО/г с. г. — за мінерального, 9,89 млн КУО/г с. г. — органічного, 9,69 млн КУО/г с. г. — орґано-мінерального удобрення. Рі́зке зменшення чисельності бактерій спостерігається у варіанті суниці без удобрення на всіх глибинах досліджуваного ґрунту (від 6,50 млн КУО/г с. г. у гребні до 0,74 млн КУО/г с. г. у шарі ґрунту 30–40 см). Зростання біогенності 10–20 і 20–30-сантиметрових шарів ґрунту у варіанті кукурудзи проти усіх варіантів є наслідком покращення аерації під час перемішування й заорювання пожнивних решток.

Найменший коефіцієнт мінералізації-іммобілізації зафіксовано в ґрунті перелогу (від 0,31 у шарі 30–40 см до 0,64 у 0–10-сантиметровому шарі ґрунту). Найбільшим показником характеризувався чорнозем під кукурудзою (від 0,39 до 1,03). Найбільшу мінералізацію зафіксовано в гребеневій частині за орґано-мінерального (1,16) та мінерального (1,20) удобрення. З глибиною коефіцієнт мінералізації-іммобілізації зменшується в усіх ґрунтах досліджуваних варіантів.

Найперше варто відзначити, що в усіх досліджуваних ґрунтах спостерігається тенденція до зниження коефіцієнта мобілізації азотного фонду з глибиною. Найбільшою трофністю характе-

ризуються ґрунти під перелогом і кукурудзою, де значення коефіцієнта мобілізації азотного фонду відповідно становили: від 2,87–2,72 у 0–10-сантиметровому шарі до 1,73–1,88 у шарі 30–40 см. Значно меншими показниками коефіцієнта характеризувалися варіанти суниці садової за умов краплинного зрошення, за величиною показників можна побудувати такий логічний ряд (від більшого до меншого): органо-мінеральна – органічна – мінеральна система удобрення – без добрив.

Найменший коефіцієнт оліготрофності, а відповідно, найбільша кількість легкозасвоюваних поживних речовин, характерна для варіантів перелогу й кукурудзи: від 0,09–0,13 у 0–10-сантиметровому до 0,32–0,28 у 30–40-сантиметровому шарі ґрунту. Загалом з глибиною кількість легкозасвоюваних поживних речовин зменшується, про що свідчить підвищення коефіцієнту оліготрофності, виняток становлять варіанти суниці, де на глибині 0–30 см не зафіксовано істотних змін, а значення цього показника коливалися в межах 0,16–0,28.

Отже, за результатами проведених мікробіологічних досліджень серед варіантів суниці за краплинного зрошення найвищим коефіцієнтом мінералізації-імобілізації характеризувалися ділянки із органо-мінеральною і мінеральною системою удобрення, а коефіцієнти мобілізації азотного фонду й оліготрофності суттєво не відрізнялися. Причина такої динаміки, на нашу думку, пов'язана з низкою чинників: погіршення аерації, зменшення кількості органічної маси, що надходить до ґрунту, використання води з високим вмістом солей і важких металів.

УДК 631.461:631.432.2+631.461.1/.5+631.57

АКТИВНІСТЬ РОЗКЛАДУ КЛІТКОВИНИ: ВОЛОГА – АЗОТ – УРОЖАЙ

С. І. Кудря¹, Ю. О. Тараріко², Г. І. Личук³, Н. А. Кудря¹

*¹Харківський національний аграрний
університет ім. В. В. Докучаєва
п/в «Докучаєвське-2», Харківський р-н, Харківська обл.,
62483, Україна*

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

*³Національний Антарктичний науковий центр
МОН України
бульвар Тараса Шевченка, 16; м. Київ, 01601, Україна
e-mail: Kudryasi.com@gmail.com*

Протягом десяти років проводили дослідження целюлозо-руйнівної активності чорнозему типового на Лівобережжі Лісостепу в системі органічного землеробства із застосуванням на добриво нетоварної продукції культур у восьми короткоротаційних сівозмінах з різними попередниками пшениці озимої. Встановлено, що в усіх досліджуваних сівозмінах на інтенсивність розкладання лляного полотна істотно впливала кількість опадів за період із другої декади березня по першу декаду червня. Так, якщо за вказаний проміжок часу сума опадів перевищувала 200 мм, то відсоток його руйнування коливався в межах 45–60, в інших випадках цей показник був у межах 10–35 (1).

$$y = 0,0001x^3 - 0,036x^2 + 3,8x - 107, \quad R^2 = 0,81 \quad (1),$$

де y — розкладання лляної тканини, %;

x — сума опадів, мм.

Кореляційний аналіз також показав наявність залежності між кількістю опадів із другої декади березня по першу декаду червня та запасами легкогідролізного азоту в шарі ґрунту 0–30 см (2). Установлено, що зі зростанням суми опадів від 50 до 200 мм кількість доступного азоту збільшується з 310 до 540 кг/га.

$$y = 0,0002x^3 - 0,08x^2 + 9x + 7, \quad R^2 = 0,69 \quad (2),$$

де y — запаси легкогідролізного азоту, %;
 x — сума опадів, мм.

Зі свого боку співставлення десятирічних рядів показників забезпеченості чорнозему типового азотом та інтенсивності розкладу целюлози також виявило наявність досить тісного взаємозв'язку. Зі збільшенням запасів цього елемента з 310 до 540 кг/га відсоток руйнування лляного полотна зростав з 10 до 60% (3):

$$y = 10^{-5}x^3 - 0,016x^2 + 6,2x - 772, \quad R^2 = 0,93 \quad (3),$$

де x — запаси легкогідролізного азоту, кг/га;
 y — розкладання лляної тканини, %.

Урожайність зерна пшениці озимої також може бути пов'язана з активністю розкладу целюлози. За максимальної інтенсивності руйнування полотна вихід зерна культури сягав також максимального за роки дослідження рівня — 5,2 т/га (4):

$$y = -0,0005x^3 + 0,044x^2 - 0,93x + 9,5, \quad R^2 = 0,52 \quad (4),$$

де y — урожайність пшениці озимої, т/га;
 x — розкладання лляної тканини, %.

Отже, кількість опадів навесні впливає на активність процесів мінералізації сполук вуглецю, що важко розкладаються. Очевидно, це відбувається за підвищення загальної біологічної активності чорнозему типового зі зростанням накопичення сполук

азоту, що легко гідролізуються. Істотне звуження співвідношення C : N призводить до посилення інтенсивності розкладу сполук вуглецю, що також супроводжується вивільненням доступних для рослин макро- і мікроелементів. За низької, у цьому випадку, забезпеченості ґрунту азотом унаслідок посилення цих взаємопов'язаних процесів формується високий урожай пшениці озимої, яка в цей період активно росте й розвивається. Крім того, за виникнення зазначених умов зволоження можна констатувати тенденцію до зниження продуктивності бобових і нейтральну реакцію ярих зернових культур.

Треба також зазначити наявність впливу температури повітря за період з першої декади березня по другу декаду червня на інтенсивність розкладання лляної тканини. Зростання суми температур з 90 до 130 °C супроводжується підвищенням активності мінералізації в чотири рази. Отже, чим тепліше та вологіше весна й початок літа, тим інтенсивніше нерозривні процеси вивільнення вуглецю та накопичення азоту. Впродовж літньої частини вегетаційного періоду, очевидно, у міру його поглинання рослинами виявлені залежності зникають.

Отже, гідротермічні умови в окремі періоди року по-різному впливають на азотний режим ґрунту, інтенсивність розкладу інертних сполук вуглецю та, як результат, на продуктивність посівів. Для розуміння механізмів взаємодії й взаємовпливу цих факторів цей напрям досліджень доцільно розвивати.

ВПЛИВ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ НА БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО

Ю. О. Тараріко, В. П. Лукашук

*Інститут водних проблем і меліорації НААН
вул. Васильківська, 37; м. Київ, 03022, Україна
e-mail: vita_lukashuk@ukr.net*

Для мінерального живлення рослин не є обов'язковим посередництво ґрунтових мікроорганізмів. Легкорозчинні поживні речовини в ґрунті рослини використовують і без участі мікробіоти. Водночас у природі життя рослин тісно пов'язане з діяльністю ґрунтових мікроорганізмів. Про це говорять такі факти, як симбіоз бобових з бульбочковими бактеріями, посилений розвиток ризосферних бактерій та наявність мікоризи у низки рослин. Ґрунтові мікроорганізми представлені численними еколого-трофічними групами. Серед них є як корисні, так і шкідливі для рослин.

Еколого-енергетична рівновага ґрунтових систем забезпечується їхньою біотою, зокрема мікроорганізмами, які є індикаторами екологічного стану та родючості ґрунтів. Ось чому основою раціонального застосування передових агротехнологій повинні бути знання про характер і спрямованість біологічних процесів у ґрунті. По суті, керування механізмом перебудови мікробних угруповань допомагає цілеспрямовано регулювати найбільш важливі агрохімічні, фізико-хімічні й біологічні процеси в ґрунті. Провідна роль у перетворенні органічної речовини ґрунту належить мікроорганізмам, чисельність і активність яких залежить від рівня застосування добрив. Вони беруть участь у складних біохімічних процесах, що протікають у ґрунті. Діяльність корисних мікроорганізмів багатогранна. Особливо велике значення має асиміляція молекулярного азоту ґрунтовими мікроорганізмами.

Отримані результати проведених досліджень на чорноземі типовому на посіві пшениці озимої підтвердили, що активність процесів мінералізації тісно пов'язана зі співвідношенням вуглецю до азоту в системах удобрення. Застосування мінеральних добрив на фоні гною й побічної продукції всіх культур сівозміни супроводжується зменшенням відношення $C : N$ та збільшенням K_m . Використання на добриво лише соломи пшениці озимої й побічної продукції спричиняє дефіцит мінерального азоту, біологічна активність ґрунту помітно знижується. За додавання до соломи повного мінерального добрива загальна біологічна активність підвищується більш ніж удвічі. Водночас покращуються умови для розвитку азот- і фосформобілізувальної мікробіоти. Для азотобактера найбільш сприятливі умови створюються за використання на добриво побічної продукції всіх культур.

Аналогічні закономірності з цього питання було встановлено й у полі з буряком цукровим. За доповнення органічного фону мінеральним азотом та звуження співвідношення $C : N$ відзначається значне збільшення кількості бактерій, що асимілюють мінеральний азот на КАА. Унаслідок цього різко підвищується K_m (КАА/МПА) органічної речовини. За внесення мінеральних добрив на фоні гною співвідношення КАА/МПА збільшується у 1,5 раза, соломи — в 3,7 і по всій побічній продукції — у 7,6 раза. За застосування соломи разом з мінеральними добривами цей показник майже у 2 рази зменшується, якщо порівняти з поєднанням гною та NPK, і у 2,5 раза — за використання всієї побічної продукції та NPK. На фоні соломи, а також всієї побічної продукції, мінеральні добрива сприяють збільшенню кількості актиноміцетів, азотфіксаторів і фосформобілізувальної мікробіоти, що сприяє покращенню поживного режиму ґрунту. Варто зазначити, що найбільш сприятливі умови для розвитку азотобактера створюються за систематичного, порівняно рівномірного протягом ротації надходження свіжої органічної речовини у вигляді всієї побічної продукції культур

сівозміни. За внесення NPK на фоні соломи спостерігається підвищення загальної біологічної активності ґрунту проти поєднання соломи та N_{10} , а керувати біологічними процесам в ґрунті у бажаному напрямку можна шляхом зміни співвідношення C : N у системах удобрення.

БІОЛОГІЧНИЙ ЗАХИСТ РОСЛИН ВІД ХВОРОБ ТА ШКІДНИКІВ

УДК 57.089

АНАЛІЗ БІОТЕХНОЛОГІЇ ЗНИЩЕННЯ ШКІДНИКІВ КАРТОПЛІ

О. Ю. Азархов, Ю. М. Федюшко, І. І. Сілі

*ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»
вул. Університетська, 7; м. Маріуполь, 87555, Україна
e-mail: ivansili1012@gmail.com*

Одним із факторів, здатним впливати на функціональний стан біологічних об'єктів, є електромагнітне випромінювання (ЕМВ). Попри те, що електромагнітне випромінювання давно використовують у різних галузях науки, техніки, медицини, його вплив на мікроорганізми вимагає більш детального вивчення. Електромагнітне випромінювання здатне істотно впливати на репродуктивну та метаболічну функцію живих організмів, а за заданих біотропних параметрів нести сильну руйнівну дію та негативно впливати на мембранні процеси клітин.

Дія ЕМВ на клітини живих організмів залежить від поглинутої енергії. Частина випромінювання, що потрапляє на біологічний об'єкт, поглинається, а частина — відбивається. Поглинута енергія електромагнітного поля (ЕМП) переходить у теплову енергію. Ступінь впливу ЕМП на організм залежить від діапазону частот, інтенсивності та тривалості дії, характеру випромінювання, розміру опромінюваної поверхні.

На підставі теоретичних й експериментальних досліджень нами виготовлено дослідний зразок радіоімпульсного генератора з параметрами: потужність — 600 Вт; тривалість радіоім-

пульсу — $1 \cdot 10^{-6}$ с; шпаруватість — 160; частота заповнення радіоімпульсів — 20 ГГц.

Отримання такої потужності реалізовано на основі 2-каскадного суматора потужності з 6 лавино-пролітними діодами типу 3А762А в кожному каскаді і вихідною потужністю в імпульсі 300 Вт.

Для забезпечення низької відносної нестабільності частоти імпульсного джерела в межах $1 \cdot 10^{-6}$ с розроблено синхронізуючий генератор, у якого для стабільності частоти використано циліндричний резонатор «прохідного» типу з параметрами: $R = 32$ мм; $h = 20$ мм; $Q = 5450$. Діаметр зв'язку резонатора з хвильоводною системою складає 2 мм.

Для визначення оптимальних параметрів радіоімпульсного випромінювання (частота, щільність потоку потужності, експозиція) проведено багатofакторний експеримент, в якому як відгук на дію радіоімпульсного випромінювання взято кількість відкладених яйцекладок самицями колорадського жука.

У підсумку експерименту ця радіоімпульсна біотехнологія показала свою ефективність, а також було встановлено, що для знищення колорадських жуків та їхніх личинок треба використовувати радіоімпульсне випромінювання з параметрами:

- частота заповнення радіоімпульсів — $20 \pm 0,1$ ГГц;
- експозиція — $3,0 \pm 0,5$ с та щільність потоку потужності — 110 мВт/см².

Відтак можна стверджувати, що нами розроблено технологію електромагнітного впливу на біологічні об'єкти, яка може знайти широке застосування в сільському господарстві для знищення або пригнічення активності шкідників картоплі.

ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ ДЛЯ ОБМЕЖЕННЯ РОЗВИТКУ ГРИБНИХ ХВОРОБ В АГРОЦЕНОЗІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

**Г. Я. Біловус, О. А. Вашишин, О. Н. Пристацька,
М. Р. Добровецька**

*Інститут сільського господарства Карпатського
регіону НААН*

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

e-mail: G.Jaroslavna@i.ua

Погіршення стану навколишнього природного середовища в Україні зумовлено значною кількістю негативних екологічних чинників, зокрема застосуванням хімічних засобів захисту рослин, адже у вирощуванні сільськогосподарських культур в Україні щороку застосування пестицидів та інших отрутохімікатів становить в обсягах понад 25 тис. т.

Сучасне виробництво якісної сільськогосподарської продукції передбачає використання перспективних біологічних методів захисту рослин. Тому більшість розвинених країн надають перевагу екологічно безпечним методам регулювання чисельності шкідливих організмів у агрофітоценозах.

Інновації в біологічному захисті рослин дали можливість ученим створити певний арсенал біологічних засобів, які без шкоди для довкілля можуть контролювати розвиток хвороб в агроценозах. Саме тому актуальними залишаються завдання щодо підвищення ролі препаратів на основі мікробів-антагоністів у біоценотичній регуляції шкідливих організмів у системі патоген – рослина – продукція. Також не менш важливим аргументом на користь застосування біопрепаратів є те, що вони екологічно безпечні та мають порівняно низьку вартість.

Мета наших досліджень полягала в тому, щоб за рахунок застосування бактеріальних препаратів зменшити ураження рослин пшениці озимої грибними хворобами й збільшити її урожайність.

Дослідження проводили протягом 2011–2015 рр. у лабораторії захисту рослин Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН за вирощування пшениці сорту Колос Миронівщини.

Варіанти досліду: 1) контроль (без обробки насіння); 2) протруєння насіння Вітавакс 200 ФФ, в. с. к. (3,0 л/т); 3) протруєння насіння Планриз БТ, в. с. (1,0 л/т).

Дослідження проводили за загальноприйнятими методами.

За роки досліджень ураження рослин пшениці озимої кореновими гнилями у фазі молочної стиглості становило: на контролі — 35,0–68,5 %; на варіанті, де насіння оброблене вітавакс 200 ФФ, в. с. к., — 2,0–12,5 %; на варіанті, де насіння оброблене планриз БТ, в. с. — 14,0–43,2 %. Технічна ефективність препаратів проти коренових гнилей становила: на варіанті, де насіння оброблене вітавакс 200 ФФ, в. с. к., — 81,3–91,4 %; на варіанті, де насіння оброблене планриз БТ, в. с., — 35,5–60,0 %.

Згідно з отриманими даними розвиток борошнистої роси у фазі молочної стиглості пшениці озимої за роки досліджень становив на контролі — 19,0–46,4 %, а на варіанті, де застосовували планриз БТ, в. с., — 4,0–22,4 %. Технічна ефективність препарату планриз БТ, в. с. проти борошнистої роси у фазі молочної стиглості пшениці озимої перебувала на рівні 47,0–78,9 %.

Варто відзначити, що впродовж 2011–2015 рр. розвиток темно-бурої плямистості у фазі молочної стиглості пшениці озимої становив на контролі — 12,5–39,9 %, а на варіанті, де застосовували планриз БТ, в. с. — на 4,5–15,3 % менше. Технічна ефективність препарату планриз БТ, в. с. проти темно-бурої плямистості у фазі молочної стиглості пшениці озимої складала 36,0–50,7 %.

Розвиток септоріозу листя у фазі молочної стиглості пшениці озимої за роки досліджень становив: на контролі — 20,0–49,5 %; на варіанті, де застосовували планриз БТ, в. с. — 5,5–26,6 %. Технічна ефективність планриз БТ, в. с., проти септоріозу листя у фазі молочної стиглості пшениці озимої становила 16,5–72,5 %.

Найбільш радикальним, екологічно безпечним й економічно вигідним методом захисту рослин є використання проти хвороб біологічних препаратів.

Надалі плануємо продовжити дослідження в цьому напрямі та детальніше вивчити розглянуті питання.

УДК 581.1:632.3:577.175:633.11

СТІЙКІСТЬ ДО ВІРУСНОГО УРАЖЕННЯ ЗА ДІЇ НАДМОЛЕКУЛЯРНИХ СТРУКТУР, ЇХ ВПЛИВ НА ВМІСТ ФІТОГОРМОНІВ, ФОТОСИНТЕТИЧНИХ ПІГМЕНТІВ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПШЕНИЦІ

**М. М. Богдан¹, О. Г. Коваленко¹, А. М. Кириченко¹,
Г. Б. Гуляєва¹, Г. О. Снігур²**

*¹Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного
НАН України*

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

*²Київський національний університет ім. Тараса Шевченка
вул. Володимирська, 64/13; м. Київ, 01601, Україна*

Виробництво зерна пшениці в Україні є одним із стратегічних завдань, що забезпечують економічну міцність держави. Значною перешкодою у виконанні завдань з валового збору якісного зерна є масове ураження колосових вірусними хворобами,

тому це зумовлює необхідність організації надійного й екологічно безпечного захисту. У зв'язку з цим на базі лабораторії вірусів рослин ІМВ ім. Д. К. Заболотного розроблено надмолекулярні структури (НМС), сформовані на основі гліканів, гліколіпідів та тіосульфонатів — хімічних похідних фітонцидів аліцинів — і було сформовано типи НМС: глікан-гліколіпідні; гліколіпід-тіосульфонатні, які мають рістстимулювальні, антивірусні та антимікробні властивості.

Провідна роль у регуляції й координації різних функцій рослинного організму, стресових реакцій, зокрема за ураження патогенами, належить фітогормонам та їх співвідношенню в тканинах. Відомо, що захист рослин від патогенних мікроорганізмів регулюють такі основні гормони, як саліцилова кислота, жасмонова кислота, етилен й абсцизова кислота. Вміст хлорофілу пов'язаний із продуктивністю рослин опосередковано, але за літературними даними існує позитивна кореляція між вмістом хлорофілу в листках і масою 1000 зерен, що є важливим показником зернової продуктивності пшениці.

Тому метою нашої роботи було вивчення впливу НМС як індукторів стійкості пшениці (*Triticum aestivum* L.) сорту Зимоярка до вірусу смугастої мозаїки пшениці (ВСМП) на вміст фітогормонів, фотосинтетичних пігментів та на продуктивність.

Схема досліду: здорові рослини; інфіковані рослини ВСМП; передпосівна обробка насіння пшениці НМС: рамноліпід (РЛ) *Pseudomonas* sp. + глікан (Г) *Ganoderma adspersum* (у концентрації 0,1 г/л) + ВСМП; передпосівна обробка насіння НМС: РЛ + метилтіосульфонат (МТС) + Г (0,1 г/л) + ВСМП.

Результати імуноферментного аналізу показали, що за обробки насіння НМС вміст антигенів знижувався на 14-у добу після інфікування ВСМП у фазу виходу в трубку на 7–20 % щодо інфікованих рослин.

Дослідження фітогормонального статусу показали суттєве зростання вмісту ІОК у листках інфікованих ВСМП рослин — у 7,8 раза, а АБК — у 1,9 раза. За застосування НМС вміст ІОК у

листках інфікованих рослин дещо зменшувався — у 0,89–0,93 раза щодо інфікованих рослин без обробки, а вміст АБК у листках на варіанті інфікованих рослин за обробки НМС зменшувався суттєво — на 90 % і 51,4% відповідно до показників інфікованих рослин. За обробки насіння пшениці НМС змінювалося співвідношення фітогормонів ІОК/АБК у листках інфікованих рослин — 3,4 : 1 (за дії РЛ + Г) і 1,1 : 1 (за дії РЛ + МТС + Г) проти 5,1 : 1 в інфікованих рослинах. Імовірно таке різке зростання вмісту ІОК за помірного збільшення АБК у ВСМП інфікованих рослин на 14-у добу після інфікування та зниження вмісту ІОК на варіантах з інфікуванням рослин за обробки НМС, що корелює із динамікою вмісту антигенів, є показником активації біосинтетичних процесів у рослинних клітинах, більшою мірою пов'язаних із синтезом вірусних часток та їх розповсюдженням у рослинних тканинах.

Виявлено підвищення вмісту фотосинтетичних пігментів — хлорофілу *a* і *b*, їх співвідношення та вмісту каротиноїдів за протекторної й стабілізуючої дії обробки НМС на стан фотосинтетичного апарату, концентрація яких відповідно суттєво знижувалася за штучного зараження ВСМП без обробки препаратами. Встановлено, що обробка заражених рослин НМС сприяла поліпшенню структури врожаю, зокрема зростала кількість колосків у колосі, довжина головного колоса й маса зерен у ньому.

Автори висловлюють глибоку подяку д. б. н., пров. н. с. відділу антибіотиків І. В. Драгозову і д. б. н., пров. н. с. відділу загальної і ґрунтової мікробіології Л. О. Білявській ІМВ ім. Д. К. Заболотного за консультативну допомогу у визначенні фітогормонального статусу у рослин.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ІЗОЛЯТИВ ФІТОПАТОГЕННИХ БАКТЕРІЙ НА ФОРМУВАННЯ ПРОРОСТКІВ ТОМАТІВ

В. А. Богославець, Ю. В. Коломієць

Національний університет біоресурсів і

природокористування України

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

e-mail: bogoslavetsvita@gmail.com

Рослини томатів у процесі онтогенезу проходять декілька фаз, зокрема появи сходів, першого справжнього листка, розростання надземної маси й коренів, утворення бруньок, цвітіння, формування й дозрівання плодів. За сприятливих умов у рослин у перші 2–3 тижні після сходів переважає ріст кореневої системи та повільне збільшення сім'ядольних листків (Пінчук, 2018). Ураження рослин томатів збудниками бактеріальних хвороб спричиняє зміни вторинного метаболізму, який базується на програмах захисту, а також зміни в первинному метаболізмі, які впливають на ріст і розвиток рослин. Збудник бактеріальної крапчастості *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* викликає розвиток хлоротичних і некротичних ділянок, зниження продукції фотосинтетичних асимілятів у проростках, що призводить до загибелі сходів. У разі ураження молодих рослин до фази 5-го справжнього листка, а також сіянців, бактерії *Pectobacterium* subsp. *carotovorum* зумовлюють симптоми чорної ніжки томата. Первинні некрози на сіянцях утворюються в нижній частині стебла, стають темно-бурими, на них розвивається мокра гниль (Богославець, 2020).

Метою дослідження було провести аналіз морфометричних показників проростків рослин томатів за обробки клітинними суспензіями ізолятів *P. syringae* pv. *tomato* ІЗ-202014 та *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* ІЗ-7, виділених у господарствах Київ-

ської області. Об'єктами досліджень слугували сорти томата української селекції, які різняться стійкістю проти збудників грибних хвороб — Північна королева, Чорний принц, Загадка, Ляна.

Насіння томатів замочували в клітинній суспензії клітин ізолятів *P. syringae* pv. *tomato* ІЗ-202014 та *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* ІЗ-7 КУО 10⁷, контроль — стерильна вода. Визначали на 3–5-у добу лабораторну енергію проростання, а на 10–14-у добу — схожість.

Ці дослідження показали, що енергія проростання рослин досліджуваних сортів на 5-у добу в контролі становила 83,3–92,0 %, а у варіантах із обробкою суспензії клітин *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* ІЗ-7 для сортів Ляна — 64,3 %, Загадка — 60,2 %, Чорний принц — 68,3 %, Північна королева — 75,5 %, аналогічні результати були у варіантах з ізолятами *P. syringae* pv. *tomato* ІЗ-202014 для сортів Ляна — 67,2 %, Загадка — 63,4 %, Чорний принц — 70,5 %, Північна королева — 77,8 %. На 10-у добу схожість рослин за дії клітин *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* ІЗ-7 була для сортів Ляна — 75 %, Загадка — 77 %, Чорний принц — 80 %, Північна королева — 82 %, у досліді з ізолятом *P. syringae* pv. *tomato* ІЗ-202014 для сортів Ляна — 78 %, Загадка — 75 %, Чорний принц — 82 %, Північна королева — 84 %, а в контролі — 94–98 %.

Маса проростків сортів Загадка та Ляна за обробки суспензіями *P. syringae* pv. *tomato* ІЗ-202014, *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* ІЗ-7 була меншою проти контролю на 20–30 %. Найменший вплив ізолятів *P. syringae* pv. *tomato* ІЗ-202014, *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* ІЗ-7 можна відзначити для сортів Північна королева та Чорний принц, у яких маса проростків була всього на 10–15 % меншою проти контролю, довжина кореня — на 8–20 %, пагону — на 15 %.

Для з'ясування стійкості досліджуваних сортів проводили морфометричний аналіз коренів і пагонів проростків томатів. За впливу досліджуваних ізолятів відзначено зниження індексу ко-

рення для чотирьох сортів на 12–40 %. Індекс пагона є більш стабільною характеристикою, а його зміна має виражену сортову специфіку, нами відзначено більшу резистентність сорту Північна королева (ІП — 70 %) до збудників м'якої гнилі та бактеріальної крапчастості томатів.

Отже, аналіз біометричних показників показав, що досліджувані сорти розрізнялися за стійкістю до збудників *P. syringae* pv. *tomato* та *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*, нами рекомендовано вирощування сортів Північна королева та Чорний принц у регіонах, де поширені ці хвороби.

УДК 631:631.8:631.9

ЗНАЧЕННЯ ТА РОЛЬ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ У СУЧАСНИХ СИСТЕМАХ ЗЕМЛЕРОБСТВА

В. О. Боровик, О. С. Коковіхіна

*Інститут зрошуваного землеробства НААН
сел. Наддніпрянське, м. Херсон, 73483, Україна
e-mail: yellowblac@ukr.net*

Біологічні засоби захисту рослин являють собою широку категорію препаратів, основу яких складають живі організми. Виробничники використовують їх для доповнення хімічних засобів захисту в рамках інтегрованої програми або як самостійний захід для захисту рослин від патогенів. Біопрепарати використовуються у всьому світі з широким асортиментом сільськогосподарських культур. Вони є універсальними й працюють як в органічних, так і в класичних системах землеробства.

Найістотніша різниця між біологічними та хімічними речовинами полягає в тому, що біологічні препарати виготовляються з живих або природних матеріалів, на відміну від хімічних, хоча

обидва типи продуктів здатні забезпечити захист від широкого спектру хвороб рослин, комах-шкідників та бур'янів.

У сучасних реаліях біопрепарати не здатні в промисловому масштабі замінити хімічні засоби захисту рослин, але вони можуть доповнювати одне одного, якщо їх використовувати за якісно розробленою стратегією. Вони можуть забезпечити більш цілісний підхід, щоб максимізувати врожайність культури та поліпшити сталість отриманого врожаю.

Оскільки біологічні препарати містять живі організми, вони можуть мати певні вимоги до зберігання, поводження та застосування, які є критично важливими для їхньої ефективності. Інструкції, що надають виробники, детально описують правильну температуру зберігання, терміни зберігання та методи використання, сумісність препарату. Фермери можуть вносити біологічні засоби захисту рослин обладнанням, яке використовується для застосування хімічних препаратів, безпосередньо на рослини або для обробки насіння.

Біологічні препарати зменшують хімічне навантаження на сільськогосподарські угіддя, сприяють підвищенню врожайності та якості продукції, допомагають у підвищенні резистентності завдяки різним способам дії. Не менш важливим є те, що біологічні препарати пропонують виробникам зручність у термінах обприскування завдяки коротким повторним допускам та інтервалам перед збором урожаю. Короткий повторний допуск означає, що фермери можуть одразу або протягом короткого періоду після застосування біологічного засобу захисту рослин зайти в поле або в теплицю для виконання агротехнічних операцій. Короткий інтервал перед збором стосується часу очікування між внесенням та збиранням врожаю. Такі переваги дозволяють краще підтримувати графіки збору врожаю та відвантаження товару, що особливо важливо для тепличних комплексів.

Проте навіть завдяки досягненню сучасних технологій, біологічний метод захисту забезпечує нижчий рівень контролю та значно меншу ефективність, ніж його хімічні аналоги. Наприклад, вони можуть зменшити чисельність шкідників, але не пов-

ністю їх знищити. Крім того, деяким біопрепаратам потрібно більше часу, щоб вплинути на цільову хворобу чи шкідника, але їхній вплив може бути більш тривалим. Багато біологічних препаратів найкраще використовувати як профілактичні засоби, і вони можуть мати найкращі результати за умови їх застосування на початку сезону.

Біологічні засоби захисту рослин не завжди вважаються органічними, але вони можуть бути цінним інструментом для органічного землеробства. Також вони можуть бути сертифіковані для використання їх в органічному сільськогосподарському виробництві.

Біологічні препарати зазвичай не затримуються в навколишньому середовищі. Оскільки вони швидко руйнуються, можливий ризик шкідливого впливу на людину та навколишнє середовище зменшується.

УДК 635.21:632

УРОЖАЙНІСТЬ ТА УРАЖЕННЯ БАЗОВОЇ НАСІННЕВОЇ КАРТОПЛІ РИЗОКТОНІОЗОМ ЗАЛЕЖНО ВІД ОБРОБКИ САДИВНОГО МАТЕРІАЛУ БІОПРЕПАРАТОМ РАЙС ПІ®

**О. В. Вишневська, В. П. Дмитренко, О. П. Пікіч,
М. В. Рязанцев, Л. В. Столярчук**

*Інститут картоплярства НААН
вул. Чкалова, 22; смт Немішаєве, Бородянський р-н,
Київська обл., 07853, Україна
e-mail: olgavushnev_@ukr.net*

Ризоктоніоз картоплі (збудник *Rhizoctonia solani* Kuhn.), або чорна парша — шкодочинне захворювання картоплі. Нормами

ISBN 978-617-7570-67-6

«Методичних вимог у сфері насінництва щодо збереження сортових та посівних якостей насінневої картоплі» (наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України № 384 від 12 липня 2019 року) допускається наявність бульб, уражених склероціями ризоктоніозу, не більше 5,0 % з покриттям поверхні бульб понад 10 %.

Встановлено, що застосування біологічного препарату Райс Пі методом обробки бульб під час садіння картоплі у нормі 450 г/т насіння підвищувало урожайність картоплі на 3,3 т/га проти контролю без обробок. Поєднання обробок бульб Райс Пі та Селест Топ (0,7 л/т) сприяло зростанню урожайності картоплі проти контролю без обробки до рівня 26,9 т/га з приростом до контролю 2,4 т/га (9,8 %). Поєднання обробок Селест Топ + Райс Пі + Квадріс забезпечило приріст урожаю бульб картоплі проти контролю 2,7 т/га (11,0 %).

Обробки бульб картоплі перед садінням сумішшю препаратів — Райс Пі, Селест Топ, Квадріс, а також у чистому вигляді сприяли зниженню ступеня ураження врожаю ризоктоніозом. Обробки Райс Пі за норми внесення 450 г/т у поєднанні з Селест Топ забезпечували отримання 4,3 % слабо уражених бульб та 1,3 % бульб з покриттям поверхні ризоктоніозом більше 10 %, тоді як на контролі без обробки бульб зі слабким ураженням ризоктоніозом виявлено у кількості 14,0 % та із сильним — 6,7 %. Поєднання обробок Райс Пі за норми внесення 450 г/т та Селест Топ з внесенням 0,7 л/т забезпечувало отримання 4,33 % слабо уражених бульб та 1,86 % з покриттям поверхні ризоктоніозом більше 10 %. Найкращий результат отримано за обробок ґрунту у борозні препаратом Квадріс у дозі 3,0 л/га, де в урожаї виявлено 1,76 % бульб зі слабким покриттям бульби ризоктоніозом (1 %), на цьому варіанті бульб картоплі зі ступенем покриття поверхні бульби >10 % не відзначено.

Високу захисну дію отримано за внесення Квадріс у поєднанні із Селест Топ, де кількість бульб зі ступенем ураження склероціями ризоктоніозу 10 % склало 1,0 %, що значно нижче

за рівень встановлених норм національного нормативно-правового акта у сфері регулювання якості насіннєвої картоплі (допуск 5,0 %, наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України № 384 від 12 липня 2019 року).

УДК 578.81

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПЕЧНИХ ТЕРАПЕВТИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ОСНОВІ БАКТЕРІОФАГІВ АНТАРКТИЧНОЇ БІОТИ

В. В. Головань, О. М. Андрійчук

*Київський національний університет імені Тараса
Шевченка, ННЦ «Інститут біології та медицини»
пр-т. Академіка Глушкова, 2; м. Київ, 03022, Україна
e-mail: aom502@ukr.net*

Одним із найбільш ефективних засобів боротьби з фітопатогенними мікроорганізмами є літичні, специфічні до збудника бактеріофаги. Невід’ємною частиною сучасного наукового прогресу є залучення до дослідницької діяльності унікальних об’єктів — вірусів бактерій. Для вивчення бактеріальних та вірусних взаємодій Антарктида є унікальною природною лабораторією, дослідницьким полігоном, рівного якому на планеті немає. Прогнозоване глобальне потепління робить актуальним вивчення екологічних наслідків відтавання вічної мерзлоти. Внаслідок танення льодовиків Антарктики та відтавання льоду вічної мерзлоти навколишнє середовище «забруднюється» їхньою мікробіотою.

Основною метою нашого дослідження є пошук бактеріофагів, специфічних до збудників бактеріозів, які викликають хво-

роби рослин. Дослідження цих питань є важливим для успішного застосування фагів у терапії та профілактиці фітобактеріозів не тільки в Україні, але й у світі.

З огляду на вищенаведене ця робота була спрямована на виявлення та аналіз методом електронної мікроскопії (ЕМ) вірусних часток, виділених зі зразків скельної породи, ґрунту, лишайників, моху, зібраних з місцевостей із кількох островів в околицях Української антарктичної станції у 2019 році. В процесі роботи виділено 10 ізолятів бактеріофагів та їхні природні хазяї. За результатами ЕМ виділені бактеріофаги віднесені до таксономічних груп за особливостями їх будови: 4 — до родини *Myoviridae*, 3 — до родини *Siphoviridae* та 3 — до родини *Podoviridae*, порядку *Caudovirales*.

Отримані результати свідчать про таксономічне різноманіття бактеріофагів у наземних біотопах островів Аргентинського архіпелагу. Подальше вивчення їхніх особливостей спрямоване на молекулярно-генетичне дослідження.

Дослідження відкривають перспективи розробки безпечних терапевтичних препаратів, спрямованих на запобігання поширенню бактеріальних інфекцій.

УДК 581.1+582.23+582.73

ВПЛИВ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН І ШТУЧНОГО ЗАРАЖЕННЯ ФІТОПАТОГЕННИМИ МІКРООРГАНІЗМАМИ НА РОСЛИНИ *GALEGA ORIENTALIS*

**Г. Б. Гуляєва, Л. А. Пасічник, І. П. Токовенко,
В. П. Патика**

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

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

e-mail: ab_k@ukr.net

Galega orientalis є кормовою бобовою культурою, важливою для відродження ґрунтів, культивування якої дозволяє поліпшити їхній стан, насичуючи родючий шар біологічним азотом. Проте попри всі переваги, ця культура може уражуватися фітопатогенними мікроорганізмами, що впливає не тільки на її здатність до синтезу біологічного азоту, але й на якісні та кількісні показники рослинної сировини. Останнім часом для пошуку перспективних заходів захисту від збудників хвороб, спричинених фітопатогенними мікроорганізмами, досліджується дія наночасток, їхніх похідних та наноматеріалів. Проте дані різних досліджень достатньо суперечливі. Тому метою нашої роботи було з'ясувати дію передпосівної обробки біологічно активними речовинами і вплив інокуляції різними фітопатогенними мікроорганізмами на розвиток і фотохімічну активність ювенільних рослин *G. orientalis*. У лабораторному досліді насіння козлятника східного (по 25 шт.) замочували у чашках Петрі заливаючи водою (контроль), розчинами нанохелату Se (1 %) та біологічного препарату (БП) I-Se (0,5 %). За три доби рослини пересаджували у скляночки з ґрунтосумішшю «Універсальна» (по 10 шт.). 3-добові рослини інокулювали субепідермально фітопатогенними мікроорганізмами — *Acholeplasma laidlawii* var. *granulum* 118 —

ISBN 978-617-7570-67-6

збудник блідо-зеленої карликовості пшениці (УКМ ВМ-34) і *Pseudomonas syringae* pv. *atrofaciens* Д13 — збудник базального бактеріозу. Щільність суспензії — 1×10^9 КУО/мл. За добу після зараження досліджували біометричні показники рослин. Фотохімічну активність листків вимірювали портативним приладом «Флоратест», розраховуючи коефіцієнт флюоресценції на спаді (R_{fd}), що корелює з інтенсивністю фотосинтезу.

Встановлено, що за інокуляції штамами *A. laidlawii* var. *granulum* 118 і *P. syringae* pv. *atrofaciens* Д13 наземна маса рослин *G. orientalis* зменшувалася на 16,4 % і 38,9 % відповідно. Маса коренів за ураження фітоплазмою дорівнювала контрольній, а за впливу бактеріального збудника дещо зростала — на 6 %. Показано пригнічення фотосинтетичної активності листків (відповідно до параметру R_{fd}), уражених *A. laidlawii* var. *granulum* 118 і *P. syringae* pv. *atrofaciens*, на 32 % і 6 % відповідно. Виявлено, що передпосівна обробка насіння розчинами 1 % Se і 0,5 % I-Se сприяла підвищенню маси кореневої системи та зниженню наземної маси, не викликаючи істотного впливу на інтенсивність фотосинтезу через місяць поспіль. Встановлено, що пригнічення накопичення наземної маси й збільшення маси коренів ювенільних рослин на 9 % і 30 % спостерігали за передпосівної обробки Se 1 % і БП I-Se 0,5 % відповідно та ураження *A. laidlawii* var. *granulum* 118. За позакореневої обробки насіння 1 %-м розчином нанохелатів Se й зараження *P. syringae* pv. *atrofaciens* Д13 відзначали тенденцію до зростання наземної маси й істотне збільшення маси коренів — на 11 %, тоді як за впливу I-Se 0,5 % спостерігали тенденцію до зниження наземної маси, якщо порівняти з ураженими рослинами без обробки. Маса коренів за ураження *A. laidlawii* var. *granulum* 118 і обробки 1 % Se дорівнювала контрольній, а за дії I-Se 0,5 % — зростала на 17 %. Фотосинтетична активність зростала в листках рослин, уражених *P. syringae* pv. *atrofaciens* Д13, лише за обробки I-Se (на 10,4 %), а тенденцію до її збільшення в листках, уражених *A. laidlawii* var. *granulum* 118, відзначали в рослинах за передпосівної обробки розчином нанохелатів 1 % Se.

Отже, інфікування ювенільних рослин збудниками бактеріальної й фітоплазмової природи за зниження інтенсивності фотосинтезу найбільш істотно пригнічувало наростання наземної маси рослин *G. orientalis*, не спричинюючи значного впливу на накопичення маси коренів. Передпосівна обробка насіння розчинами 1 % Se і 0,5 % I-Se сприяла підвищенню маси кореневої системи за зниження наземної маси, істотно не впливаючи на інтенсивність фотосинтезу через місяць. Передпосівна обробка рослин БП I-Se за ураження *A. laidlawii* var. *granulum* 118, так само як і нанохелатами Se за інфікування *P. syringae* pv. *atrophaciens* Д13, спричинювала збільшення маси коренів, а отже, і їхній поглинальний потенціал.

УДК 633.111.1: 632.4: 661.743.1

БІОТИЧНИЙ ЕЛІСИТОР ФЕРУЛОВА КИСЛОТА В КОМПЛЕКСНОМУ ЗАХИСТІ ПШЕНИЦІ *TRITICUM AESTIVUM* L. ПРОТИ ПОРАНЕННЯ ТА ГІПОКСІЇ

І. В. Жук, Ю. В. Шиліна, О. П. Дмитрієв

*Інститут клітинної біології та генетичної інженерії
НАН України*

*вул. Академіка Заболотного, 148; м. Київ, 03680, Україна
e-mail: ivzhukvi@gmail.com*

Застосування біотичних еліситорів як перспективний та екологічно безпечний напрям захисту рослин від фітопатогенів стрімко розвивається. Показана ефективність поєднання біотичних еліситорів з донорами сигнальних молекул, що підвищує рівень стійкості рослин за застосування таких комбінацій. Проте актуальним і малодослідженим є вплив біотичних еліситорів не лише у разі зараження патогенами, а й за супутніх стресів, таких як

ISBN 978-617-7570-67-6

поранення внаслідок механічного пошкодження чи атаки шкідниками, гіпоксії внаслідок надмірних опадів, які водночас є сприятливим погодним фактором для бурхливого розвитку грибних захворювань.

Нашими попередніми дослідженнями показано, що органічні кислоти виявились ефективними біотичними елісаторами в індукції неспецифічної стійкості пшениці озимої до грибних фітопатогенів (*S. tritici*, *P. recondite*, *E. graminis*) в польових умовах. Показано зменшення ступеня ураження листків, і як наслідок — збільшення врожайності. Встановлено, що зміни пулу ендогенного пероксиду водню в листках пшениці протягом вегетаційного періоду також є інформативним показником та критерієм для оцінки активності антиоксидантної системи рослин за формування неспецифічної стійкості до фітопатогенів.

Проте залишалося нез'ясованим питання формування стійкості рослин до поранення та гіпоксії, які можуть супроводжувати біотичні стреси. Тому метою нашої роботи було дослідити вплив органічних кислот, зокрема ферулової кислоти як біотичного елісатора, за дії гіпоксії та раневого стресу в лабораторних умовах за формування комплексної стійкості пшениці.

Рослини пшениці озимої сорту Кесарія Поліська пророщували у водній культурі й у фазі двох листків обробляли розчином ферулової (0,5 мМ) кислоти, після чого наносили поранення чи переміщували у посудини, де відбувалося затоплення.

Відомо, що більш як три дні затоплення вже негативно впливають на врожайність пшениці. Нами показано, що у першу годину після дії стресу в оброблених феруловою кислотою рослин пшениці в умовах затоплення зростав вміст ендогенного пероксиду водню в листках, проте вже протягом наступної доби цей показник стабілізувався на рівні контролю. Після двох діб, коли в затоплених рослин без впливу біотичного елісатора зменшення пулу ендогенного пероксиду водню до трьох разів від контролю супроводжувало гіпоксію, оброблені феруловою кислотою

рослини за дії того ж стресового чинника мали зниження пулу ендогенного пероксиду водню лише на 15 %.

У першу годину після поранення у сорту пшениці озимої Кесарія Поліська спостерігали значне зниження рівня ендогенного пероксиду водню, проте за дії ферулової кислоти та впливу поранення цей показник залишався на рівні контролю. Після двох діб раневого стресу в обробленому феруловою кислотою варіанті спостерігали значне зростання пулу пероксиду водню. Показано, що й через 5 діб після поранення вплив обробки феруловою кислотою стабілізував вміст пероксиду водню на рівні, наближеному до контрольного. Імовірно, саме це зумовило компенсацію стресового впливу, що дало рослинам можливість більш ефективного відновлення.

Отже, біотичний еліситор ферулова кислота виявився перспективним для комплексного захисту рослин пшениці. Встановлено, що попередня обробка феруловою кислотою дозволяє компенсувати шкодочинний вплив гіпоксії та раневого стресу, сприяє відновленню рослин.

УДК 632.4:633.1:631.67

БІОЛОГІЧНІ ПРЕПАРАТИ В ІНТЕГРОВАНІЙ СИСТЕМІ КОНТРОЛЮ ХВОРОБ ГРИБНОЇ ЕТІОЛОГІЇ

С. О. Засць, К. С. Фундират, Л. І. Онуфран, С. М. Юзюк

*Інститут зрошуваного землеробства НААН
сел. Наддніпрянське, м. Херсон, 73483, Україна
e-mail: szaiets58@gmail.com*

Заміна хімічних засобів біологічними вкрай необхідна для збереження природного балансу навколишнього середовища, отримання якісної продукції та загалом оздоровлення фауни й людини.

ISBN 978-617-7570-67-6

Уже сьогодні вітчизняними науковцями розроблено біологічні препарати проти широкого спектру шкідливих організмів, але, на жаль, поки що вони характеризуються нестабільною й недостатньою ефективністю дії. А втім, доведено їхній позитивний вплив у збереженні та підвищенні врожайності різних сільськогосподарських культур, особливо за застосування в інтегрованих системах захисту рослин.

Перевагою наших досліджень є дослідження ефективності біологічних препаратів у польових умовах зони ризикованого землеробства. Особливістю цієї зони є значна посушливість, велике надходження теплових ресурсів та обмежене й нерівномірне випадання опадів, що притаманно загальній тенденції глобальних і регіональних змін клімату. Своєрідність зони проведення досліджень посилює їх актуальність.

Польові дослід з вивчення інтегрованих систем захисту рослин зернових культур та оцінки ефективності використання біологічних препаратів проводили впродовж 2017–2020 років на природному фоні зараження в зрошуваних умовах Південного Степу України на землях Інституту зрошуваного землеробства НААН згідно з методикою випробування й застосування пестицидів.

Фунгіцидний захист пшениці та ячменю озимих у досліді передбачав проведення протруєння насіння та застосування біологічних препаратів у весняний період вегетації.

Обробка насіння озимих зернових культур протруйником Кінто Дуо (2,0 л/т) дозволяла отримати дружні сходи та забезпечила захист від розвитку грибних хвороб в осінній період та початок весняного періоду.

Навесні перший фунгіцидний обробіток проводили перед трубкуванням (ВВСН₃₁) біологічним препаратом Псевдобактерін 2 (1,0 л/га) (*Pseudomonas aureofaciens*, штам BS 1393, титр не менше 2×10^9 КУО/мл), другий обробіток посівів виконували на початку колосіння (ВВСН₄₉) біофунгіцидом Бактофіт (2,5 л/га) *Bacillus subtilis*, штам ИПМ 215, титр не менше $2,0 \times 10^9$ КУО/мл).

Упродовж досліджень на зрошуваних землях найпоширенішими грибними хворобами рослин пшениці озимої були септоріоз (*Septoria tritici* Desm.), борошниста роса (*Blumeria graminis* (DC) Speer.), бура та жовта іржі (*Puccinia recondita* та *Puccinia striiformis*), а ячменю озимого — сітчаста плямистість (*Drechslera teres* Shoem), ринхоспоріоз (*Rhynchosporium graminicola* Heinsen), борошниста роса (*Erysiphe graminis* f. Speer) та жовта іржа (*Puccinia striiformis* West).

В умовах зрошення на зернових культурах проти хвороб грибної етіології комплексне застосування біологічних фунгіцидів Псевдобактерін 2 (1,0 л/га) і Бактофіт (2,5 л/га) забезпечило помірну та середню технічну ефективність.

В середньому по дослідках технічна ефективність біологічних препаратів (Псевдобактерін 2 (1 л/га) і Бактофіт (2,5 л/га)) на пшениці озимій проти *Septoria tritici* Desm становила 25,6–32,5 %, *Blumeria graminis* (DC) Speer. — 54,0–83,6 %, *Puccinia striiformis* — 55,0–77,9 % та *Puccinia recondita* — 20,7–66,7 %.

На ячмені озимому технічна ефективність цих препаратів варіювала в межах проти збудників *Drechslera teres* Shoem 22,8–31,9 %, *Rhynchosporium graminicola* Heinsen — 34,1–36,9 %, *Erysiphe graminis* f. Speer — 71,7–77,8 % та *Puccinia striiformis* West — 34,4–63,6 %.

**ОСОБЛИВОСТІ БІОЛОГІЧНОГО ЗАХИСТУ
ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР ВІД ЛУСКОКРИЛИХ ВИДІВ
ШКІДНИКІВ ЗА ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА
У СІВОЗМІНАХ СТЕПУ І ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

Д. В. Кострич, Н. Хеллаф, Д. О. Мамчур

*Національний університет біоресурсів і
природокористування України*

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

e-mail: mykola.dolia@gmail.com

У 2017–2021 роках розвиток органічного землеробства передбачав обґрунтоване застосування біологічної системи контролю комплексу шкідливих організмів, новітніх форм добрив, особливо органічних, що забезпечують управління механізмами формувань агробіоценозів. Якісні технології управління агроценозами із комплексним використанням біологічних препаратів виявилися прогресивними щодо систем землеробства, зокрема, в регулюванні показників саморегуляції ентомокомплексів за короткотривалих польових сівозмін.

Встановлено, що з ефективністю до 80 % застосування комплексу біологічних заходів у польових сівозмінах дозволяє контролювати структури ентомокомплексів на фоні контрольованої частини рослинних речовин. Це сприяє застосуванню на посівах польових та інших сільськогосподарських культур новітніх прийомів біологічного захисту рослин від шкідливих видів комах, кліщів та інших організмів. Водночас важливого значення набуває моніторинг шкідників з урахуванням особливостей біології, екології та поширення за високоефективних ґрунтозахисних технологій ведення рослинництва.

Доцільно відзначити, що в роки досліджень підгризаючі совки (озима, оклична) розвивалися в двох поколіннях, а погодні умови останніх вегетаційних періодів (посуха майже впродовж

всього літа) впливали на чисельність і шкідливість цих фітофагів. Осередки накопичення й шкідливості гусениць у посівах сільськогосподарських культур за порівняно низьких рівнів агротехнічного методу контролю шкідників відзначені як у Степу, так і Лісостепу України. У зв'язку із цим для виявлення й оцінки сезонної й багаторічної динаміки чисельності нагальним є застосування біофізичного методу вилову комах за допомогою приладів, у яких використовується приваблювальна дія різноманітних атрактантів: світла (позитивний фототаксис), ароматичних і гормональних речовин (хемотаксис). Зокрема, використовуються світлопастки різної конструкції, чия дія базується на фототаксисі та здатності деяких шкідливих комах позитивно реагувати на світло, особливо на джерела ультрафіолетового випромінювання.

Першочергового значення для оптимізації біологічного методу захисту сільськогосподарських культур набули осінні обстеження із визначенням щільності комплексу фітофагів за нових сівозмін. Встановлено, що в 2017–2021 роках заселеність угідь підгризаючими совками складала 23–46 % обстежених площ з середньою чисельністю 0,9–1,7 м². За такої чисельності та поширення підгризаючих совок фітофаги створювали загрозу на посівах як пшениці озимої, так і ріпаку озимого. Осередки високої щільності та значної шкідливості відзначені в посівах цих культур переважно на перших етапах органогенезу, що свідчить про важливість застосування біологічних препаратів з урахуванням коливань як погоди, так і механізмів саморегуляції ентомокомплексів. Відзначено, що за біологічних заходів застосування трихограми понад 200 тис./га на початку та в період масового відкладання яєць шкідливими видами лускокрилих за наявності понад 30 яєць на м² ефективність цього методу складає 77,3–84,1 %.

Встановлено, що розвиток та шкідливість гусениць совок за сприятливих гідротермічних умов, зокрема поступового наростання температур, оптимального зволоження повітря навесні, наявності нектароносів у період льоту імаго сприяло накопиченню

цих фітофагів, що і свідчить про важливість застосування як профілактичних, так і спеціальних біологічних прийомів регулювання чисельності шкідників. Водночас за ГТК 1,3–1,7 ефективним виявилось використання трихограми методом двох-трьох-кратного застосування, оскільки її дія обмежується 3–5 днями. Перший випуск трихограми (120–150 тис. на 1 га) проводять за чисельності не менше 16–22 яєць на м² (перше покоління), а до 30 яєць на м² (друге покоління) — для совок з груповою яйцекладкою понад 30 яєць на м² рослин за поодинокі яйцекладки. Для оптимізації строків та норм випуску трихограми необхідно дотримуватися технології використання феромонних пасток за чисельності в середньому 3–5 самців першого або 1–7 другого покоління совок.

Отже, за результатами моніторингу визначено структуру й особливості розмноження основних видів совок та інших лускокрилих та уточнені норми, строки й періоди застосування трихограми та інших біологічних засобів контролю шкідників за органічного землеробства.

УДК 632.93:632.937:632.937.1

ОСОБЛИВОСТІ ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЙ БІОЛОГІЧНОГО ЗАХИСТУ ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР У ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

М. В. Попович, Б. О. Фокін, С. О. Помогайбог

Національний університет біоресурсів і

природокористування України

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

e-mail: mykola.dolia@gmail.com

У 2018–2021 роках за матеріалами моніторингу фітофагів розроблено моделі щодо конструювання системи захисту польових культур.

вих культур від шкідників із застосуванням бакових композицій біологічних препаратів. Новітня система захисту, у якій застосовуються сучасні біологічні препарати, дозволяє впровадити у виробництво високоефективні механізми регуляції шкідників ентомофагами в прогресивних технологіях ведення землеробства. Водночас передбачається застосування високоефективного екологічно обґрунтованого методу в два регламенти: стабілізуючий і дестабілізуючий. Встановлено, що застосування біологічних засобів захисту та активізація популяцій природних регуляторів чисельності на рівні ефективності 78 % сформованих популяцій ентомофагів, які, зі свого боку, забезпечують контроль видів шкідників, які превалюють на перших етапах органогенезу культурних рослин. Характерно, що за застосування восени хімічних препаратів (діюча речовина тіаметоксан) з ефективністю на рівні 96 % у структурі ентомокомплексу, актуальним є застосування і біологічних препаратів за умови відновлення популяцій контрольованих видів. Це дозволяє регулювати окремі механізми резистентності й попередити передумови для масштабного спалаху окремих видів фітофагів. Проте безперервне функціонування позитивного зворотного зв'язку у часі та просторі дозволяє регулювати показники й оптимізувати заходи щодо сучасних агроценозів і зникнення досліджуваних видів за контрольованих умов активізації природних регуляторних факторів.

Зокрема, застосування біоінсектицидів на основі *Bacillus thuringiensis*, що мають кишковий характер дії, є ефективним у регулюванні чисельності комплексу фітофагів за активного живлення шкідників на оброблених частинах рослин кукурудзи, нуту, соняшнику, пшениці озимої, ячменю. Встановлено, що за норми досліджуваних препаратів від 5–8 літрів на 1 га гусениці совок призупиняли живлення, переставали рухатись та зморщувалися. Відзначено вплив досліджуваних біологічних препаратів на морфологічні та окремі фізіологічні показники розвитку й розмноження фітофагів ряду лускокрилих. Загибель шкідливих видів комах, які припиняли розвиток від септицемії, обумовлена

розмноженням спор бактерії з характерною особливістю високо-ефективного контролю гусениць фітофагів 1–2-го віків.

Доцільно відзначити, що інсектициди проникали в організм гусениці різними способами, зокрема кишкової, контактної, системної, фумігаційної дії. Із їх числа контактна та кишкова дія складала 78–94 %.

Відомо, що кишкові інсектициди потрапляють в організм гусениць через шкірні покриви. Системні або внутрішньо-рослинні інсектициди поглинаються корінням і листям сільськогосподарських культур, переміщуються по судинній системі з живильними речовинами і надають рослинам отруйні ознаки. Фуміганти — інсектициди, що впливають на систему дихання й проникають в організм гусениць в пароподібному або газоподібному стані через трахейну систему в процесі дихання.

Особливої уваги заслуговують біоінсектициди, що сумісні як з біологічними, так і хімічними препаратами захисту рослин, а також сучасними рідкими формами добрив.

У роки спостережень досліджені їх механізми дії:

- токсикогенного ефекту суміші препаратів, який базується на властивостях специфічного природного нейротоксину — Аверсектину С — незворотно впливати на нервову систему комах-шкідників та кліщів;

- проникнення їх в організм шкідника, що характерно для препарату Аверсектин С, який впливає на нервову систему, викликаючи параліч, після чого шкідник гине.

Також досліджено особливості періодів застосування біологічних препаратів та первинні ознаки їх дії протягом 1–3 діб, а також за динаміки коливань погоди.

Отже, уточнено рекомендації щодо застосування досліджуваних біоінсектицидів, зокрема препарату Актоверм, для знищення павутинного кліща, колорадського жука, попелиць, трипсів, біланів, совок, білокрилки, плоджерок, молі, листовійок, п'ядунів тощо на сільськогосподарських, садових, декоративних культурах та квітках відкритого і закритого ґрунту. Біопрепарат

доцільно застосовувати для контролю личинок першого віку та імаго шкідників. Обприскування необхідно проводити в період вегетації рослин за наявності шкідників, чисельність яких перевищує ЕПШ. Проти попелиць захисні заходи доцільно проводити за заселення рослини шкідником із виявленням до 10 % дорослих особин у структурі ентомокомплексу.

Для рослин відкритого ґрунту обробку необхідно проводити в суху безвітряну погоду у ранкові або вечірні години — під час весняно-літнього періоду, а влітку для зменшення ультрафіолетового впливу сонця — у вечірні години. Треба дотримуватися таких технологічних параметрів:

- застосовувати препарат за температури від 18 °С до 35 °С;
- вносити біопрепарат Актоверм у суміші з прилипачами у вигляді робочого розчину, приготованого в день обробки;
- робочий розчин необхідно використати відразу після приготування або зберігати не більше 5–6 годин в захищеному від світла місці;
- дотримуватися терміну ізоляції бджіл — 1 доба — та інших регламентів.

**ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ
БАКТЕРІАЛЬНИХ ЕНТОМОПАТОГЕННИХ
ПРЕПАРАТІВ, СТВОРЕНИХ НА ОСНОВІ
BACILLUS THURINGIENSIS, ДЛЯ БІОЗАХИСТУ
РОСЛИН ВІД КОМАХ-ШКІДНИКІВ**

А. С. Малашенко, Ю. С. Лозовська

*Інститут фізіології ім. О. О. Богомольця
вул. Академіка Богомольця, 4; м. Київ, 01601, Україна
e-mail: malashenko.an@gmail.com*

Відомо, що одним із першочергових завдань сільського господарства є захист овочевих та кормових культур від шкідників. На сьогодні біологічні методи боротьби є перспективною альтернативою хімічним аналогам. Використання патогенних мікроорганізмів з ентомоцидними властивостями дозволяє уникнути резистентності до них, якщо порівняти із хімічними агентами, та водночас підвищити врожайність сільськогосподарських культур та сприяти збереженню продукції.

Метою нашої роботи було порівняти вплив *Bacillus thuringiensis* та *B. subtilis* на загибель личинок капустианки. Об'єктами дослідження були штами *B. thuringiensis* EG2158 та *B. subtilis*. Як живильний субстрат використовували культуральне середовище Луріо Бертрانی (модифікація). Визначено оптимальні параметри росту культури на стадії споруутворення, а саме — титр у 10 та 12-у ступені розведення. Інтенсивність утворення ентомоцидних метаболітів визначали за відсотком загибелі личинок. Розведення культури для дослідження було таким: 9, 10 та 12-го ступеня.

Виявлено, що за обраних титрів культури *B. thuringiensis* ентомоцидний компонент досягає найбільшого ефекту загибелі личинок за розведення культури у 12-у ступені з експозицією часу від 2 до 8 годин. Варто відзначити, що 100 %-ва загибель личинок комах-шкідників спостерігалася за обробки *B. thuringiensis*

за 10 та 12-го ступеня розведення, а 85 %-ва — за 9-го ступеня розведення. На противагу *B. thuringiensis*, *B. subtilis* не виявляла ентомоцидного ефекту, оскільки ці бактерії не здатні утворювати білковий інсектецидний токсин у вигляді кристалів, які чинять токсичну дію на організм комах-шкідників.

Отже, встановлено, що мікробні препарати на основі *B. thuringiensis* ефективно впливають на загибель не тільки личинок комах класів *Lepidoptera* і *Diptera*, але також є ефективним для регулювання чисельності представників ряду Прямокрилих. Отримані результати дозволять розширити сферу застосування обраного ентомоцидного метаболіту, що відповідно позначиться на врожайності важливих агрокультур та водночас дозволить зберегти довкілля.

УДК 632.937

ШТАМ *LECANICILLIUM LONGISPORUM* ДЛЯ РЕГУЛЮВАННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ ШКІДЛИВИХ КОМАХ

Н. В. Пиляк, В. І. Крутякова, О.М. Нікіпелова

Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка»

НААН України

*вул. Маяцька Дорога, 26; сел. Хлібодарське, Біляївський р-н,
Одеська обл., 67667, Україна*

e-mail: nceb2017@gmail.com

Інтенсивна система ведення сільського господарства призвела до значних порушень навколишнього середовища: забруднення агроландшафтів, деградації ґрунтів та зниження біорізноманіття екосистем. Нераціональне використання природних ресурсів і негативна дія потужних техногенних факторів призвели

ISBN 978-617-7570-67-6

до негативних екологічних наслідків, збіднення видового складу ентомофауни, порушення механізмів саморегуляції. На теперішньому етапі інтенсивного розвитку сільського господарства значне розповсюдження набувають розробки біологічних методів захисту рослин від хвороб та шкідників, підвищення родючості ґрунтів шляхом застосування високоактивних мікробних препаратів. Використання екологічно безпечних методів захисту рослин є одним із основних елементів сучасної технології для фітосанітарної оптимізації екосистем, що дозволяють цілеспрямовано регулювати шкодочинні об'єкти, зберігаючи динамічну природну рівновагу. Відомо, що мікроскопічні ентомопатогенні гриби мають здатність у природних умовах заражати шкідливих комах та викликати їх масові захворювання й загибель. Потенціал ентомопатогенних мікроорганізмів, зокрема мікроміцетів, як засобів контролю комах-шкідників досить високий. Окрім того, гриби здатні рости й розвиватися на штучних живильних середовищах, що дозволяє створювати на їх основі біологічні препарати. Ентомопатогенні гриби роду *Lecanicillium* (колишній комплексний вид *Verticillium lecanii*) відомі як природні патогени сисних комах.

Біологічну активність препарату, продуцентом якого є штам *Lecanicillium longisporum*, в лабораторних умовах порівнювали з біологічною активністю контрольних зразків, продуценти яких віднесено до таксономічних груп майже з однаковими характеристиками. Як контрольні зразки використовували Актофіт (*Streptomyces avermitilis*), та Метаризин (*Metarhizium anisopliae*).

Як тест-об'єкт використовували комаху — попелицю, величина якої не перевищує у найбільших особин 7 мм, але вона здатна завдавати величезної шкоди рослинам.

Для визначення біологічної активності на оброблені препаратами рослини пшениці озимої, вирощені до розміру 3–4 см, засівали фітопатоген (попелицю). Щільність популяції складала приблизно 10–15 особин на рослину. Як негативний контроль засіяну попелицею пшеницю залишили не обробленою біопрепаратами.

У дослідженнях встановлено, що впродовж 10 днів у контрольному варіанті (без обробки) чисельність фітофага нарастала і сягала 20–25 особин/рослину. Внаслідок цього рослини пшениці загинули. У дослідних варіантах, незалежно від біопрепаратів та норм витрат, після першої обробки щільність популяції не змінилася. Це може означати, що біопрепарати призупинили розвиток фітофага.

Після другої обробки щільність попелиць за застосування Метаризину не змінилася, а за використання препарату, продуцентом якого є штам *L. longisporum*, за норми витрат 0,8 л/га та Актофіту за норми витрат 1,0 л/га кількість попелиць поступово почала знижуватися та складала 5–10 особин на рослину.

Проведені дослідження щодо оцінки гриба *L. longisporum* — продуцента біопрепарату проти сисних комах, а саме проти попелиць, засвідчують, що за дворазової обробки за норми витрат 0,8 л/га щільність популяції попелиці знизилася.

Отже, застосування препарату на основі колекційного штаму *L. longisporum* дозволить регулювати чисельність шкідливих комах, обмежуючи спалахи їх масового розмноження.

УДК 632.03:632.937

ПРОБЛЕМИ РОЗРОБКИ ІНСЕКТИЦИДІВ ШИРОКОГО СПЕКТРУ ДІЇ ДЛЯ БОРОТЬБИ З ІНТРОДУЦЕНТНИМИ ВИДАМИ ФІТОФАГІВ

Є. І. Пласкальна, С. О. Лавренко

*Херсонський державний аграрно-економічний університет
вул. Стрітенська, 23; м. Херсон, 73006, Україна
e-mail: lavrenko.sr@gmail.com*

У зв'язку зі стрімким розширенням мережі торгових шляхів та швидкістю обміну товарами між країнами з продуктами хар-

чування та товарами повсякденного вжитку з країни в країну переносяться різноманітні види шкідників культурних рослин. Через унікальну здатність до адаптації в сприятливих умовах навколишнього середовища інвазійні види комах надзвичайно швидко пристосувалися до клімату України, зокрема південних регіонів — Херсонщини, Миколаївщини та Запоріжжя [1; 6]. Одним із головних шкідників у 2021 році виявився американський білий метелик. Цей карантинний вид, обмежено поширений на території України, завезений з Північної Америки, гусениці якого здатні повністю скелетувати листя 15-річного дерева, становить велику загрозу для насаджень [2; 3]. Захист від нього вимагає застосування хімічних препаратів. Водночас свідоме населення бажає споживати екологічно та біологічно чисті продукти, що обмежує використання хімічних засобів захисту. Допомогти у розв’язанні цього питання можуть біоінсектициди. На жаль їх кількість на ринку засобів захисту не значна, а тривалість дії дуже обмежена. Більшість наявних нині на ринку біопрепаратів проявляють токсичну дію проти окремого виду фітофагів, не впливаючи або майже не впливаючи на розвиток стадій онтогенезу інших видів. Вони мають вузькоспеціалізований спектр дії, не охоплюючи нові види, що наразі є найбільш небезпечними для посівів та насаджень всієї України. Сучасний інсектицидний препарат повинен мати широкий спектр дії проти шкідників.

Під час розробки нових біоінсектицидів треба враховувати тип дії препарату. Інсектициди кишкового типу ефективно використовують у боротьбі з листогризучими фітофагами, тоді як проти ґрунтових шкідників — фумігаційні. Препарат широкого спектру має бути саме комплексної дії, тому що інсектициди цього типу дії поєднують у собі властивості системно-контактних, фумігантних та кишкових [4; 5].

Для розв’язання цієї проблеми варто оцінювати всі екологічні ризики, пов’язані з використанням тієї чи іншої речовини, дослідити, в якій формі речовина буде вбудовуватися в ланцюги живлення, та інші біогенні процеси. В умовах антропогенного за-

бруднення необхідно надавати перевагу препаратам з найбільш оптимальними еколого-токсикологічними характеристиками.

Розробка новітніх біоінсектицидів з широким спектром дії в умовах розширення глобальних екологічних змін, природних катаклізмів та світових кліматичних змін є одним з найактуальніших питань сучасної фітосанітарії, боротьби з новими інвазійними видами. Вважаємо за необхідне розробку нових, екологічно та економічно доцільних методів боротьби з фітофагами для збільшення продуктивності посівів та сталого розвитку сільськогосподарського виробництва нашої держави.

1. Сучасні піретроїди у системах захисту: особливості та ефективність. 22 березня 2021. *SuperAgronom.com: головний сайт для агрономів*. <https://superagronom.com/articles/485-suchasni-piretrotydi-u-sistemah-zahistu-osoblivosti-ta-efektivnist>

2. Охрименко О. Гусінь падає зі стелі на голову і за комір: Херсонщину атакує американський білий метелик. 10.09.2021. *Факти*. <https://ukrainenews.fakty.ua/384742-gusenicy-padayut-s-potolka-na-golovu-i-za-shivorot-hersoncshinu-atakuet-amerikanskaya-belaya-babochka>

3. Мринський І. М., Воєводін В. В. Шкідники винограду: навчальний посібник. Київ : Принт Медіа, 2020. 520 с.

4. Мринський І. М., Урсал В. В., Коковіхін С. В., Попова Л. М., Лавренко С. О., Довгаль М. М. Шкідники овочевих культур: навчальний посібник. Київ, 2018. 432 с.

5. Секун М. П., Жеребко В. М. та ін. Довідник із пестицидів. К. : Колобіг, 2007. 360 с.

6. Скрипник Н. В., Макарук О. М. Фітосанітарна безпека України. Карантин і захист рослин. № 9–10 (251). 2018. С. 1–4.

ВИКОРИСТАННЯ ПЕРЕКИСУ ВОДНЮ ЯК ПРОТРУЮВАЧА

М. Ю. Різак, С. О. Лавренко

*Херсонський державний аграрно-економічний університет
вул. Стрітенська, 23; м. Херсон, 73006, Україна
e-mail: lavrenko.sr@gmail.com*

Мікроорганізми характеризуються фізіологічною різноманітністю метаболічних процесів і гнучкістю обміну речовин з навколишнім середовищем. Завдяки цьому вони можуть розвиватися на різноманітних субстратах: у ґрунті, на харчових продуктах, розмножуються в тканинах рослин та на посівному матеріалі [1]. Бактерії, віруси, гриби та найпростіші організми здатні нести як користь, так і шкоду здоров'ю всіх живих створінь. Поділяються мікроорганізми за впливом на життя та здоров'я людей, тварин, рослин на непатогенні, умовно-патогенні та патогенні мікроорганізми. Роль непатогенних бактерій є досить різноманітною, вони можуть підвищувати родючість ґрунту, брати участь у формуванні родовищ природного газу, нафти, кам'яного вугілля, торфу тощо [2–3].

Для боротьби з патогенними організмами в сільському господарстві створюються різноманітні протруювачі, нові, більш стійкі до хвороб сорти культур тощо. Для попередження бактеріозів та мікозів насіння протруюють, а також для кращого ефекту можуть використовуватись стимулятори росту рослин.

Мікроорганізми можуть потрапляти до рослинного організму через ґрунт, механічні пошкодження, воду тощо. Люди у разі механічних пошкоджень шкіри (ран) у більшості випадків обробляють пошкоджене місце перекисом водню для знищення мікробів та попередження потрапляння інфекції. Саме тому, що перекис водню має антисептичну та знезаражувальну дію, на базі кафедри землеробства Херсонського державного аграрно-еконо-

мічного університету проведено дослідження з використання перекису водню як доступного та безпечного протруювача насіння. Досліди проведено на посівному матеріалі гібриду перцю овочевого за використання різних часових проміжків та концентрацій у семи послідовностях. Згідно з отриманими результатами схожість насіння перцю складала від 35 % до 95 %. Протруєне у такий спосіб насіння пророщували та висаджували у відкритий ґрунт. Під час спостережень відзначено, що попри спалах бактеріальних хвороб на інших культурах, рослини, оброблені перекисом водню, були менш чутливими до них, ніж інші овочеві культури, що оброблялись стандартними протруювачами.

Отже, використання перекису водню як протруйника є доцільним та перспективним. Препарат можна використовувати разом з іншими протруйниками, що збільшує ефективність захисту, а також зменшує вплив патогенних мікроорганізмів на рослини протягом всіх етапів органогенезу.

1. Технічна мікробіологія: підручник / Л. В. Капрельянц, Л. М. Пилипенко, А. В. Єгорова, Я. Б. Пауліна, О. М. Кананихіна, Т. О. Величко, Л. В. Труфкаті, О. О. Килименчук, Т. В. Шпирко; [За ред. Л. В. Капрельянца]. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2017. 432 с.

2. Пирог Т. П. Загальна мікробіологія: підруч.; 2-е вид., доп. і перероб. К. : НУХТ, 2010. 632 с.

3. Гудзь С. П., Гнатуш С. О., Звір Г. І. Санітарна мікробіологія: підручник. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2016. 348 с.

ВПЛИВ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ НА РОЗВИТОК ХВОРОБ КАРТОПЛІ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ

Т. О. Хоменко¹, О. Л. Тонха¹, О. М. Пузняк²

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України

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

²Волинська державна сільськогосподарська станція

Інституту картоплярства НААН

вул. Шкільна, 2; сел. Рокині, Луцький р-н, Волинська обл., 45626, Україна

e-mail: volyat@ukr.net

Однією з основних причин низької врожайності картоплі є шкідливість хвороб, що ускладнює розвиток органічного землеробства [1]. Біологічні препарати не забруднюють навколишнє середовище, проявляють високу селективність, зручні для масового виробництва та мають невичерпні ресурси для цього [2]. Тому біологічний захист є екологічно безпечним і пріоритетним вектором у довготривалих програмах боротьби зі шкідливими організмами в органічному землеробстві.

Основними хворобами, які завдають значної шкоди посадкам картоплі в умовах Західного Полісся, є фітофтороз та альтернаріоз.

Польові дослідження проводили на Волинській державній сільськогосподарській дослідній станції Інституту картоплярства НААН в умовах Західного Полісся на дерново-підзолистому супіщаному ґрунті у двохфакторному стаціонарному польовому досліді за органічної технології вирощування картоплі.

Фактор А: 1. Без біодеструктора (контроль). 2. Біодеструктор Екостерн (1,2 л/га). Біодеструктор вносили по сидерату (гірчиця) з наступною його заробкою.

Фактор Б: 1. Без внесення біопрепарату (контроль). 2. Внесення в ґрунт Мікохелп 2,0 л/га (фон) + Агат 25 — 100 мл/га. 3. Фон + Регоплант — 50 мл/га. 4. Фон + Фітохелп — 1,0 л/га. 5. Фон + Стимпо — 15 мл/га. 6. Обробка бульб Мікохелп — 2,0 л/т + Мікохелп — 1,0 л/га по вегетації. 7. Обробка бульб Регоплант 50 мл/т + Регоплант 50 мл/га по вегетації. 8. Обробка бульб Фітохелп — 1,0 л/т + Фітохелп — 1,0 л/га по вегетації. 9. Обробка бульб Стимпо 15 мл/т + Стимпо 15 мл/га по вегетації.

Обробка препаратами по вегетації була 3-разовою.

Дослід закладено в короткоротаційній сівозміні з таким чергування культур: вика – овес на зерно – гірчиця на сидерат – картопля. Сорт картоплі — Партнер.

За результатами досліджень встановлено, що інтенсивність розвитку фітофторозу на посадках картоплі залежала від впливу біодеструктора Екостерн (1,2 л/га) і препарату, який вносили по вегетації. Так, на контрольному варіанті цей показник становив 55 % і зменшувався на 74 % за обробки бульб (1 л/т) та по вегетації (3 рази) Фітохелпом (1 л/га), водночас ураженість становила 31 %. За використання біодеструктора Екостерн (1,2 л/га) розвиток фітофторозу картоплі був меншим за показник контрольного варіанту і становив 25–42 %.

Застосування біодеструктора Екостерн (1,2 л/га) достовірно не вплинуло на ураженість альтернаріозом рослин картоплі, різниця між контрольним і варіантом з препаратом не перевищувала 5 %. Найкращим варіантом впливу на цю хворобу мав 8-й варіант, де застосовували обробку бульб (1 л/т) та використання по вегетації (3 рази) препарату Фітохелп (1 л/га). Зниження ураженості рослин картоплі на цьому варіанті без деструктора склало 8 %, а із застосуванням Екостерна (1,2 л/га) — 6 %.

Отже, застосування біодеструктора Екостерн знижує розвиток фітофторозу картоплі на 25 %, а альтернаріозу — на 33 %. Обробка бульб (1 л/т) та по вегетації (3 рази) Фітохелпом (1 л/га) зменшила на варіанті без біодеструктора розвиток фітофторозу

на 24, а альтернативу — 8 %. За використання Екостерна (1,2 л/га), відповідно, на 16 % та 6 % проти контролю.

1. Поліщук І. С., Поліщук М. І., Мазур В. А., Палагнюк О. В. Ефективність застосування біологічно-ефективних препаратів та добрив при вирощуванні картоплі в умовах правобережного Лісостепу України. *Сільське господарство та лісівництво*. 2015. № 2. С. 18–26.

2. Коваленко О. Л., Коваленко А. А. Застосування регуляторів та стимуляторів росту рослин при розмноженні оздоровленого насіннєвого матеріалу картоплі в умовах Полісся України. *Луб'яні та технічні культури*. 2014. Вип. 3. С. 122–126.

УДК 631.56:633.11:16:636.085.2

ПРИСУТНІСТЬ ФУЗАРІОЗНОГО ЗЕРНА У ПШЕНИЦІ — ПРИЧИНА ДЛЯ КОНТРОЛЮ МІКОТОКСИНІВ

Л. П. Чорнолата, Л. Г. Погоріла

*Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН
проспект Юності, 16; м. Вінниця, 21100, Україна
e-mail: l.chornolata@gmail.com*

Розповсюдженню мікроскопічних пліснявих грибів, які продукують токсичні речовини, сприяє недотримання технологій вирощування сільськогосподарських культур, порушення процесів заготівлі, умов зберігання і, звичайно, погодні умови. Токсигенні плісняві гриби та їх метаболіти часто присутні у фуражному зерні. У тварин, які його споживають, знижується природна резистентність та імунний статус, виникають часті комплексні отруєння різного ступеня тяжкості — від гострих до хронічних. Як наслідок, зменшується продуктивність та погіршується санітарна якість тваринницької продукції. У зерні найчастіше тра-

пляються плісняві гриби роду *Fusarium*. Саме вони продукують мікотоксини дезоксиніваленон, зеараленон, Т-2 токсин, фумінізин та інші. У лабораторії моніторингу якості та безпечності кормів дослідили 54 зразки зерна пшениці, вирощеної минулого року, на вміст фузаріозного зерна. З них у 41 % зразків таке зерно було присутнє і його вміст відповідав нормі, а у решти вміст фузаріозних зерен був у межах від 1,1 % до 17,0 %. Притому що нормований, максимально допустимий їх рівень відповідно до ДСТУ 3768, для четвертого м'якої і п'ятого класу твердої пшениці — 1,0 %.

Паралельно за використання імуноферментного методу досліджували вміст окремих мікотоксинів. Так, вміст зеараленону перебував у межах від 0,10 мг/кг до 3,18 мг/кг, дезоксиніваленону — від 0,52 мг/кг до 2,31 мг/кг, Т-2 токсину — від 0,02 мг/кг до 0,22 мг/кг (тоді як їх допустимі рівні 2,0–3,0 мг/кг, 1,0–2,0 мг/кг і 0,2 мг/кг відповідно).

УДК 632.4:633.88

ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ У ЗАХИСТІ ЕХІНАЦЕЇ ПУРПУРОВОЇ ВІД ПЛЯМИСТОСТЕЙ ЛИСТЯ

К. Р. Швидченко, О. В. Башта, Д. Т. Гентош

*Національний університет біоресурсів і
природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15; м. Київ, 03041, Україна
e-mail: kira.lubimova28@gmail.com*

Біологічний захист ехінацеї пурпурової від хвороб є одним із найбільш безпечних і сприйнятливих для лікарського рослинництва. Згідно з вимогами лікарська сировина не повинна міс-

тити уражені чи пошкоджені частини рослин, насіння бур'янів, сухих шкідників, залишки пестицидів, мати вміст діючих речовин не нижче встановленого рівня. Перспективним напрямом біологічного захисту лікарських рослин від хвороб є застосування біологічних препаратів. Сучасні біологічні препарати класифікують залежно від природи діючої речовини на вірусні, бактеріальні, протозойні та грибні.

Для вивчення ефективності біологічних препаратів проти плямистостей ехінацеї пурпурової проводили обробку по вегетації згідно з методичними рекомендаціями з випробування агрохімікатів. Оброблювали рослини препаратами Фітоцид-р, ФітоХелп і МікоХелп.

Фітоцид-р — біопрепарат фунгіцидної дії для захисту від грибних і бактеріальних хвороб. Безпечний для людей, тварин, бджіл. До складу препарату входять живі клітини *Bacillus subtilis* у кількості не менше 1×10^9 КУО/см³. Фітоцид-р захищає рослини від широкого спектру збудників хвороб, забезпечує додаткове живлення та стимулює ріст рослин, відновлює родючість ґрунту завдяки збагаченню поживними речовинами та корисною мікробіотою.

ФітоХелп — біопрепарат фунгіцидної дії для профілактики й лікування від грибних і бактеріальних хвороб. Безпечний для людей, тварин, бджіл. До складу препарату входять життєздатні клітини продуцента *Bacillus subtilis* не менше ніж 4×10^9 КУО/см³, липкогенна композиція біополімерів природного походження. ФітоХелп захищає від збудників грибних і бактеріальних хвороб, прискорює терміни дозрівання, підвищує урожайність культур та поліпшує якість продукції, забезпечує рослину фосфором, азотом, мікро- та макроелементами, забезпечує антистресову дію до несприятливих умов, утримує вологу в корінні, покращує нормальний розвиток рослини.

МікоХелп — багатофункціональний мікробний препарат для лікування та профілактики бактеріозів, корневих гнилей, плямистостей. Безпечний для людей, тварин, бджіл. До складу

препарату входять життєздатні ефективні мікроорганізми *Bacillus subtilis*, *Azotobacter* та гриби роду *Trichoderma* у кількості не менше ніж $1,0 \times 10^9$ КУО/г. Серед переваг препарату можна виділити такі: потужна лікувальна та тривала захисна дія проти збудників хвороб, стимулювання росту кореневої системи, захист від стресових ситуацій, економія, запасання й збереження вологи в ґрунті, збільшення площі поглинання елементів живлення.

Нами встановлено, що на посівах ехінацеї пурпурової другого року вегетації найбільш ефективними проти плямистостей листя виявилися препарати МікоХелп і ФітоХелп. Поширення хвороби у варіанті із застосуванням препарату МікоХелп становило 17,9 %, що на 59 % нижче від контролю. Препарат ФітоХелп також проявив ефективну дію: поширення хвороби становило 18,1 %, що на 59 % нижче від контролю. Застосування препаратів МікоХелп і ФітоХелп пригнічувало розвиток плямистостей ехінацеї пурпурової. Так, ступінь розвитку хвороби у варіанті із застосуванням препарату МікоХелп становив 4,9 %, у варіанті із застосуванням препарату Фітохелп — 6,6 %, тоді як у контрольному варіанті відзначали ступінь розвитку хвороби на рівні 11,6 %.

БІОЛОГІЧНИЙ ЗАХИСТ БАШТАННИХ КУЛЬТУР ВІД ХВОРОБ

Я. П. Яковенко, С. О. Лавренко

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

Щороку кількість людей, які бажають споживати екологічну продукцію, збільшується. Найбільші вимоги до споживання такої продукції характерні для овочевих та баштанних культур. Останні найбільш популярні на півдні України, але виростити їх згідно з екологічними вимогами важко через велику кількість хвороб. До цих культур належать не тільки гарбузи, дині, кавуни, а ще й кабачки, патисони, люфа [1]. Найбільш поширеними захворюваннями є антракноз, фузаріозне в'янення, борошниста роса [2].

Збудником антракнозу є гриб *Colletotrichum lagenarium*. На ранніх етапах розвитку на листках з'являються плями жовто-бурого кольору, листки починають жовтіти, скручуватись і всихати. На плодах з'являються вдавлені, рожевого відтінку плями, які згодом знищують урожай. Найбільш ефективними біофунгіцидами в боротьбі з цією хворобою є Viridin (Триходермін, спори гриба *Trichoderma viride*), Ультрафіт (штам бактерії *Pseudomonas aureofaciens*), ФітоХелп (бактерії роду *Bacillus*).

Збудником фузаріозного в'янення є гриб *Fusarium*, який призводить до загибелі 90 % рослин. На початку розвитку захворювання сім'ядольні листочки забарвлюються блідо-зеленим кольором, в'януть і всихають протягом 2–3 діб. Вторинна форма розвитку хвороби проявляється у вигляді загнивання кореня й кореневої шийки. Найбільш ефективними біофунгіцидами в боротьбі з цією хворобою є АгроМар-F (спори *Trichoderma lignorum*), МікоХелп (бактерії *Bacillus subtilis* та гриби *Trichoderma lignorum*), Гаупсин (бактерії *Pseudomonas aureofaciens*).

Збудником борошнистої роси є гриби роду *Erysiphe* та *Sphaerotheca fulidinea*. Симптоми проявляються у вигляді борошнистого нальоту на поверхні листка, згодом з'являються плями, які повністю покривають нижню частину листової пластини, а потім — верхню частину. Внаслідок цього вони починають висихати та кришитися у разі торкання. Найбільш ефективними біофунгіцидами в боротьбі з цією хворобою є Фітоцид-Р (*B. subtilis*), Пламріз (*P. fluorescens*), Бактофіт (*B. subtilis*).

Збудник пероноспорозу (несправжня борошниста роса) — гриб *Peronospora cubensis*. Пероноспороз дуже схожий на борошnistу росу, але різниця між ними в тому, що симптоми проявляються на верхній частині листка, а у борошнистої роси — на нижній. Найбільш ефективними біофунгіцидами в боротьбі з цією хворобою є Гаупсин (*P. aureofaciens*), Фітодоктор (*B. subtilis*), SmartGrow (*B. subtilis*).

Вищезазначенні препарати ефективні в захисті баштаних культур від основних хвороб, безпечні для людини та не забруднюють навколишнє середовище.

1. Система захисту баштаних культур. *Сімейний сад*. <https://s-sad.com.ua/poleznye-sovet/sistema-zahistu-bashtannih-kultur/>

2. Хвороби баштаних культур. *Букліб*. <https://buklib.net/books/34605/>

3. Костін П. М. Визначник розповсюджених хвороб і шкідників баштаних культур. Херсон, 2021. 18 с.

МІКРОБНІ ПРЕПАРАТИ В РОСЛИННИЦТВІ ТА КОРМОВИРОБНИЦТВІ

УДК 579.64:633.491:544.02

ПРОДУКТИВНІСТЬ КАРТОПЛІ СОРТУ СУВЕНІР ЧЕРНІГІВСЬКИЙ ЗА ДІЇ НАНОЧАСТИНОК МЕТАЛІВ І НЕМЕТАЛІВ, БАГАТОКОМПОНЕНТНОГО МІКРОЕЛЕМЕНТНОГО ПРЕПАРАТУ АВАТАР-2 ЗАХИСТ І БАКТЕРІАЛЬНОГО ПРЕПАРАТУ АЗОГРАН В УМОВАХ ПОЛІССЯ

А. В. Васильченко, С. В. Дерев'янюк

*Інститут сільськогосподарської мікробіології та
агропромислового виробництва НААН
вул. Шевченка, 97; м. Чернігів, 14035, Україна
e-mail: top.leader.number.1@gmail.com*

Дослідження впливу наночастинок (НЧ) на сільськогосподарські культури є важливим напрямом сучасної науки. Багатьма дослідженнями показано позитивний вплив НЧ різних хімічних елементів та сполук на продуктивність сільськогосподарських культур. Встановлено, що НЧ Fe, Zn, B, Si, Cu, Co, CuO, Se та Ag здатні значно підвищувати урожай картоплі (Davies, 2018; Mahmoud, 2020; Samoylova et al., 2017; Cherniakova et al., 2019; Davod et al., 2011; Krutyakov et al., 2017; Nomae & Ehsanpour, 2015). Відомо, що НЧ Ag та деякі мікробні препарати проявляють синергізм (Davod et al., 2011). Проте вплив НЧ Zn, Ti, Se та I, багатоконпонентних мікроелементних препаратів на продуктивність картоплі, сумісне застосування НЧ та мікробних препаратів

вивчені недостатньо. Тому метою дослідження було вивчити вплив передпосівної обробки насіння картоплі НЧ Zn, НЧ Ti, композицією НЧ Se + I, композицією НЧ Zn + Ti + Se + I, багатокомпонентним мікроелементним препаратом Аватар-2 захист, мікробним препаратом Азогран та поєднанням мікробного препарату Азогран з композицією НЧ Se + I на урожайність картоплі сорту Сувенір чернігівський в умовах Полісся. Для проведення дослідження три роки поспіль проводили дрібноділянкові досліди на дерново-підзолистому ґрунті та на чорноземі вилугованому. Отримані дані щодо урожайності картоплі було проаналізовано згідно із загальноприйнятими методами статистичного аналізу (Реброва, 2002). За середніми трирічними даними урожайність картоплі вища за показники контролю в усіх дослідних варіантах на обох типах ґрунту (табл.). За трирічними даними за дії НЧ Zn, НЧ Ti та композиції НЧ Zn + Ti + Se + I урожайність картоплі зростала не значущо за вирощування на дерново-підзолистому ґрунті — на 20,39 %; 12,77 % та 17,03 % відповідно, і на чорноземі вилугованому — на 5,24 %; 6,21 % та 12,22 % відповідно (табл.). За дії препарату Аватар-2 захист урожай значущо (на 9,72 %) зростав у дослідях на чорноземі вилугованому та не значущо (на 23,42 %) за вирощування культури на дерново-підзолистому ґрунті (табл.).

У варіантах з обробкою посадкового матеріалу композицією НЧ Se+I та препаратом Азогран урожайність значущо зростала у дослідях на дерново-підзолистому ґрунті — на 33,13 % та 38,34 % відповідно, та за вирощування культури на чорноземі вилугованому — на 10,97 % та 17,99 % відповідно (табл.). Найкращим виявився варіант з передпосівною обробкою одночасно препаратом Азогран та композицією НЧ Se + I, де урожайність суттєво збільшувалася в дослідях на обох типах ґрунту у всі роки спостереження. За трирічними даними урожайність у цьому варіанті значущо більша за показник контролю як на дерново-підзолистому ґрунті (на 45,35 %), так і на чорноземі вилугова-

Таблиця. Середня урожайність картоплі сорту Сувенір чернігівський за різних варіантів передпосівної обробки за трирічними даними, т/га

Варіанти дослідів	Середня урожайність, т/га	
	дерново-підзолистий ґрунт	чорнозем вилугований
Контроль (H ₂ O)	19,21	16,37
НЧ Zn	23,12	17,23
НЧ Ti	21,66	17,38
Композиція НЧ Se + I	25,57*	18,16*
Композиція НЧ Zn + Ti + Se + I	22,48	18,37
Препарат Аватар-2 захист	23,71	17,96*
Препарат Азогран	26,57*	19,31*
Азогран + НЧ Se + I	27,92*	22,47*

Знак * вказує на значущу різницю з контролем за рівня значущості $p < 0,05$.

ному (на 37,27 %). Отримані дані вказують на високу перспективність застосування НЧ у поєднанні з мікробними препаратами у картоплярстві.

ВПЛИВ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ ПРЕПАРАТІВ НА АЗОТФІКСАЦІЮ, УРОЖАЙНІСТЬ ТА УРАЖЕННЯ КОРЕНЕВИМИ ГНИЛЯМИ СОЇ

О. С. Власюк, Л. С. Квасніцька

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

с. Самчики, Старокостянтинівський р-н, Хмельницька обл., 31182, Україна

e-mail: vlasukoksana293@ukr. net

В умовах екологічної та економічної кризи виникла необхідність удосконалення ощадних та екологічно безпечних технологій вирощування сільськогосподарських культур. Одним із їхніх елементів стало застосування біологічно активних препаратів, які, впливаючи на обмін речовин, підвищують стійкість рослин до хвороб та активізують фізіологічні процеси, чим сприяють реалізації потенційної продуктивності рослини.

У наших дослідженнях на сортах сої Самородок та Діадема Поділля за різних рівнів мінерального живлення (1. Без добрив. 2. $N_{10}P_{26}K_{26}$. 3. $N_{20}P_{52}K_{52}$) вивчалась ефективність 8 варіантів використання стимуляторів та мікродобрив:

1. Без обробки насіння та посівів (контроль).
2. Обробка посівів у фазу 2–3 листків (Вимпел).
3. Обробка насіння (Вимпел-К) + обробка посівів у фазу 2–3 листків (Вимпел).
4. Обробка насіння (Вимпел-К + Оракул насіння + Оракул колофермин молібдену).
5. Обробка насіння (Вимпел-К + Оракул насіння + Оракул колофермин молібдену) + обробка посівів у фазу 2–3 листків (Вимпел).

6. Обробка посівів у фазу бутонізації (Вимпел + Оракул мультикомплекс, Оракул колофермин молібдену, Оракул колофермин бору).

7. Обробка посівів у фазу 2–3 листків (Вимпел) + обробка посівів у фазу бутонізації (Вимпел + Оракул мультикомплекс, Оракул колофермин молібдену, Оракул колофермин бору).

8. Обробка насіння (Вимпел-К + Оракул насіння + Оракул колофермин молібдену) + обробка посівів у фазу 2–3 листків (Вимпел) + обробка посівів у фазу бутонізації (Вимпел + Оракул мультикомплекс, Оракул колофермин молібдену, Оракул колофермин бору).

Результати досліджень показали, що активність формування азотфіксувальних симбіозів значною мірою залежала від обробки біологічно активними речовинами. Так, за варіанту без обробки насіння у сорту Діадема Поділля в середньому на рослину налічувалось 37–40 бульбочок масою 0,73–0,89 г, а з обробкою — 42–45 шт. за маси 0,99–1,10 г. У сорту Самородок ці показники становили, відповідно, 34–35 шт. за маси 0,79–0,97 г і 38–40 шт. — масою 0,98–1,27 г. Приріст маси бульбочок, відповідно до сорту, становив до 50,7 % і до 60,8 %.

Застосування досліджуваних способів обробки насіння та позакореневого підживлення забезпечило зростання урожайності сої сорту Діадема Поділля на 4,4–42,7 % (0,09–0,65 т/га) та сорту Самородок — на 4,7–44,4 % (0,10–0,67 т/га) залежно від препарату та рівня мінерального живлення. Водночас на фоні без добрив відсоткова ефективність усіх препаратів дещо більша, ніж за удобрення. Найбільший приріст урожаю насіння сої обох сортів (0,60–0,67 т/га) одержано за комплексної обробки насіння та двох позакореневих підживлень (варіант 8).

Також встановлено вплив удобрення та обробки насіння препаратами Вимпел та Оракул на ураження сої кореневими гнилями (збудники — гриби роду *Fusarium*). Визначено, що поширення хвороби (переважно слабого розвитку — на 1 бал ураження) було значно меншим за варіантів обробки насіння біоак-

тивними речовинами (варіанти обробки 3, 4, 5, 8), ніж без обробки. За внесення добрив ураження цим захворюванням також знижувалося. Так, у сорту Діадема на фоні без добрив і за варіантів без обробки насіння (варіанти 1, 2, 6, 7) поширення коренових гнилей сягало 16–18 %, тоді як на удобрених ділянках — 10–13 %. За варіантів з обробкою насіння (варіанти 3, 4, 5 і 8) поширення хвороби становило, відповідно, 9–10 % і 3–7 %. Значно менше уражувався сорт Самородок, де поширення гнилей сягало 9 % на ділянках без обробки насіння та за обробки досліджуваними препаратами — 0–2 %. Тобто як удобрення, так і біологічно активні препарати сприяли стійкості рослин сої до ураження кореновими гнилями.

Отже, застосування стимуляторів Вимпел та мікродобрив Оракул сприяє підвищенню активності формування азотфіксуючих симбіозів, урожайності та стійкості до хвороб рослин сої.

УДК 633.11+16:631.847

БІОПРЕПАРАТИ НА ПОСІВАХ ЯРИХ ПШЕНИЦІ ТА ЯЧМЕНЮ

О. С. Власюк, Н. В. Ковальчук

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

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

e-mail: vlasukoksana293@ukr. net

На сьогодні захоплення хімічними пестицидами й добривами під час вирощування сільськогосподарських культур спричинило негативні наслідки для екології, зокрема для здоров'я

ISBN 978-617-7570-67-6

людини, що викликає підвищену увагу до екологічного землеробства. За цієї ситуації виникає необхідність впровадження альтернативних агрохімікатам екологічно безпечних засобів природного походження, особливо перспективними з яких вважають мікробіологічні препарати.

За даними наших досліджень, бактеріальні препарати для обробки насіння та по вегетації мають позитивний вплив на врожайність та стійкість до хвороб пшениці ярої (сортів Струна миронівська і Сімкода миронівська) та ячменю ярого (сортів Авгій та Воевода).

Визначали ефективність трьох чинників біологізації вирощування цих культур. Чинник А — удобрення: 1. Без добрив (контроль). 2. $N_{60}P_{60}K_{60}$. 3. $N_{60}P_{60}K_{60}$ по фоні післядії сидерату гірчиці білої; чинник В — обробка насіння: 1. Обробка водою (контроль). 2. Агробактерин (0,6 л/т). 3. Поліміксобактерин (0,8 л/т). 4. Біокомплекс-БТУ (2 л/т); чинник С — обробка по вегетації: 1. Без обробки (контроль). 2. Біокомплекс-БТУ (0,8 л/га).

Визначено, що передпосівна обробка насіння цими препаратами сприяє збільшенню урожайності пшениці ярої на 3,3–12,4 %, ячменю ярого — на 2,8–13,1 % залежно від сорту, обробки по вегетації та фону удобрення. Обробка посіву пшениці ярої препаратом Біокомплекс-БТУ сприяла підвищенню урожайності на 3,6–7,2 %, а ячменю ярого — на 1,6–6,2 %.

Найвищою урожайність пшениці ярої була за обробки насіння біодобривом Поліміксобактерин із внесенням по листу Біокомплекс-БТУ на фоні удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$ з сидератом: 6,64 т/га у сорту Струна миронівська та 6,37 т/га — у сорту Сімкода миронівська. На ячмені ярому найбільша урожайність одержана за такого ж фону добрив із обприскуванням посіву, проте з обробкою насіння Біокомплекс-БТУ, і становила 5,35 т/га для сорту Авгій і 5,81 т/га — для сорту Воевода.

Проте відсоткова ефективність обробки насіння вища на фоні без добрив, ніж на удобрених ділянках. Так, приріст урожайності у варіанті з Поліміксобактерином на неудобрених

ділянках пшениці становив 12,4–14,9 %, тоді як на фонах з добривом — 7,6–10,0 %. Найбільш ефективний на ячмені біопрепарат Біокомплекс-БТУ сприяв збільшенню урожайності на 12,6–13,1 % на фоні без добрив і 6,6–7,2 % — за внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ окремо та із заробкою у ґрунт сидерату.

Спостереження протягом вегетації культур дозволило визначити вплив добрив та біопрепаратів на ураження рослин хворобами.

Також результати обліку свідчать, що бактеризація насіння сприяє зниженню поширення фузаріозно-гельмінтоспоріозної кореневої гнилі ячменю. Особливо ефективним був Біокомплекс-БТУ, що має у складі бактерії, які проявляють різні функції (в т. ч. фунгіцидної дії). Препарати Агробактерин та Поліміксобактерин також знижували поширення хвороби, що може свідчити про їхнє сприяння активізації неспецифічних захисних реакцій у рослин.

Не виявлено достовірного впливу обробки насіння біопрепаратами на ураження хворобами надземних органів рослин.

Засвідчено зниження розвитку борошнистої роси пшениці ярої за обробки по листу Біокомплекс-БТУ від 8,8–15,3 % до 5,7–8,7 % у сорту Струна та від 5,2–8,2 % до 2,6–5,3 % — у більш стійкого сорту Сімкода.

Також під впливом обробки по листу Біокомплекс-БТУ знизилось ураження ячменю ярого сітчастим гельмінтоспоріозом, а на більш стійкому сорті Воевода воно набуло невідчутного рівня. Розвиток хвороби у середньому за роками не перевищував 4 % на сорті Авгій та 0,3 % — на сорті Воевода.

Отже, використання досліджуваних біопрепаратів є ефективним заходом щодо підвищення продуктивності ярих пшениці та ячменю, а також для захисту цих культур від хвороб.

**ОЦІНКА ПАТОГЕННОСТІ *RHIZOBIUM*
LEGUMINOSARUM Г 222**

**О. В. Вороная, Н. О.Кравченко, С. Ф. Козар,
Т. А. Євтушенко**

*Інститут сільськогосподарської мікробіології та
агропромислового виробництва НААН
вул. Шевченка, 97; м. Чернігів, 14027, Україна
e-mail: alexvoronaia@ukr.net*

Широке використання мікробних препаратів у практиці агропромислового виробництва зумовило необхідність систематичного пошуку активних штамів бульбочкових бактерій для збільшення ефективності бобово-ризобіального симбіозу.

Нами селекціоновано новий штам *Rhizobium leguminosarum* Г 222, який характеризується високою азотфіксувальною активністю та стимулювальною дією на ріст рослин, здатністю підвищувати врожайність гороху посівного. Штам бактерій *R. leguminosarum* Г 222 виділено в 2016 р. Козарем С. Ф., Євтушенко Т. А. та Вороною О. В. в Інституті сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН з бульбочок гороху посівного (с. Кіпті, Чернігівська обл.).

Метою нашої роботи було дослідження патогенних властивостей штаму *R. leguminosarum* Г 222.

Дослідження проводили для підтвердження відсутності патогенної дії цього штаму для теплокровних лабораторних тварин. Вивчали один із показників патогенності — вірулентність активних життєздатних клітин бактерій. Визначали інвазивність штаму за ймовірної дисемінації бактерій у тканинах внутрішніх органів тварин з урахуванням природніх шляхів проникнення (*per os*) (Кожемякін, 2002).

У проведених дослідженнях встановлено, що за 15 діб спостереження після введення суспензії живих клітин бактерій

(перорально у дозах від $0,5 \times 10^9$ до 5×10^9 КУО у $0,5 \text{ см}^3$ стерильного ізотонічного розчину хлориду натрію на одну мишу та внутрішньочеревно у дозах від 1×10^9 до 5×10^9 КУО/ $0,5 \text{ см}^3$) тварини добре поїдали корм, мали жвавий вигляд, не було відзначено змін хутряного покриву. Достовірна різниця в масі та температурі тіла дослідних і контрольних тварин, а також у загальному стані організму та поведінці була відсутня (ДСП 9.9.5.035.99; Резников, 2003).

За результатами мікробіологічних досліджень внутрішніх органів дослідних тварин через 15 діб після початку досліджень встановлено, що цей штам не інфективний, не дисемінує й не розмножується в організмі теплокровних.

Пероральне та внутрішньочеревне введення суспензії живих клітин культури не спричинило інвазії бактерій у внутрішні органи тварин. Ретрокультур не було виявлено.

Отримані результати свідчать про авірулентність штаму для досліджених теплокровних тварин ($\text{ЛД50}_{\text{в/ч}} > 5$ млрд клітин/мишу, $\text{ЛД50}_{\text{per os}} > 5$ млрд клітин/мишу).

Отже, виявлено, що штам *R. leguminosarum* Г 222 належить до групи авірулентних мікроорганізмів, нездатних до інвазії у внутрішні органи досліджених теплокровних тварин. Згідно з даними щодо відсутності вірулентності, без урахування рівнів токсичності, токсикогенності, алергенності, дисбіотичної дії, штам *R. leguminosarum* Г 222 може вважатися непатогенним та використовуватися для покращення живлення сільськогосподарських культур.

ПРОДУКТИВНІСТЬ ГОРОХУ НА ЗЕРНО ЗАЛЕЖНО ВІД СПОСОБІВ ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ

О. М. Глибокий, С. І. Попов

*Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН
просп. Московський, 142; м. Харків, 61060, Україна
e-mail: sergivpopov@gmail.com*

У сучасних умовах потребують розробки агроприйоми вирощування гороху з елементами біологізації, що забезпечує одержання стабільної врожайності зерна без посилення негативного впливу на навколишнє середовище. Важливим аспектом дії сучасних біопрепаратів є посилення обмінних процесів у рослинних організмах, підвищення їхньої стійкості до несприятливих факторів середовища, що в кінцевому результаті сприяє підвищенню врожайності та якості зерна. Метою наших досліджень було встановити вплив різних способів застосування біопрепаратів на продуктивність та вміст білка в зерні гороху сорту Меценат залежно від фону живлення. Дослідження проводили протягом 2018–2021 рр. у стаціонарній сівозміні на двох фонах живлення — без добрив та основне внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$. Варіанти обробки насіння передбачали: 1 — контроль (без обробки); 2 — протруйник Максим XL, 1,0 л/т; 3 — біопрепарат Міко-хелп, 2,0 л/т; 4 — Максим XL, 1,0 л/т + Міко-хелп, 2,0 л/т; 5 — біопрепарат Міко-френд, 1,0 л/т; 6 — Максим XL, 1,0 л/т + Міко-френд, 1,0 л/т. Крім цього, на обох фонах живлення у варіантах із передпосівною обробкою насіння Міко-френдом (1,0 л/т) та Міко-хелпом (2,0 л/т) у фазі бутонізації рослини обприскували біододатком Гумі-френд у дозах 0,3; 0,4 та 0,5 л/га.

Результати досліджень показали, що за сприятливих умов вологозабезпечення ґрунту передпосівна обробка насіння біопрепаратами сприяла інтенсивнішому росту рослин у початковий період, а додаткове обприскування Гумі-френдом у фазі бутоні-

зації активізувало ростові процеси гороху, чого не спостерігалося в посушливих умовах, особливо в 2019 році. Встановлено, що в середньому за 2018–2021 рр. обробка насіння Міко-френдом (1,0 л/т) та Міко-хелпом (2,0 л/т) забезпечила істотне підвищення врожайності зерна лише за достатнього забезпечення посівів вологою. Так, у найбільш сприятливому 2020 р. обробка насіння біопрепаратами сприяла одержанню надбавки зерна на фоні без добрив 0,26–0,38 т/га, а на фоні основного внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ — 0,17–0,24 т/га, за врожайності на контролі, відповідно, 2,72 та 3,68 т/га. В посушливих умовах 2018 та 2019 рр. позитивного впливу препаратів на ріст, розвиток та продуктивність рослин не встановлено. У середньому за чотири роки найвищий рівень урожайності одержано у варіанті обробки насіння Міко-френдом (1,0 л/т), який склав 2,32 т/га на неудобреному фоні та 2,85 т/га — на фоні основного внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$, що відповідно, на 0,24 та 0,17 т/га вище за контроль. Водночас незалежно від умов року та фону живлення обробка насіння біопрепаратами у поєднанні з протруйником була неефективною.

Обприскування рослин Гумі-френдом також було ефективнішим за сприятливих умов вирощування гороху. У середньому за 2018–2021 рр. найвищу надбавку зерна одержано за внесення біопрепарату у дозі 0,5 л/га, яка залежно від фону живлення у варіантах обробки насіння Міко-френдом та Міко-хелпом становила відповідно 0,18–0,20 т/га та 0,27–0,28 т/га.

У середньому за 2018–2020 рр. найвищий вміст білка в зерні одержано у варіанті обробки насіння Міко-френдом (1,0 л/т) та обприскування рослин Гумі-френдом (0,3 л/га), який на фонах без добрив та основного внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ становив відповідно 21,12 % та 22,23 %, що на 0,34 та 0,46 в. п. вище за відповідний контроль. Валовий збір білка (0,637 т/га) був найвищий за поєднання обробки насіння Міко-френдом та обприскування посівів Гумі-френдом у дозі 0,5 л/га, але він більшою мірою залежав від рівня врожайності гороху, ніж від вмісту білка в зерні.

ЕФЕКТИВНІСТЬ АЗОТФІКСАЦІЇ СОЧЕВИЦІ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ

Г. М. Господаренко, Л. А. Мусієнко, А. В. Столяр

*Уманський національний університет садівництва
вул. Інститутська, 1; м. Умань, Черкаська обл., 20305,
Україна
e-mail: lina.mussienko@ukr.net*

Особливістю зернобобових культур є здатність вступати у симбіоз з азотфіксуючими бактеріями, що дозволяє їм задовольняти більшу частку потреби в азоті з повітря. За сприятливих умов для розвитку симбіотичних бактерій рослини менш вибагливі до наявності в ґрунті азоту. За несприятливих — сочевиця повністю переходить на використання азоту з ґрунту [4]. Важливим прийомом для поліпшення умов азотфіксації є інокуляція.

Створивши оптимальні умови для функціонування бульбочкових бактерій, можна зменшити потребу рослин в азоті мінеральних сполук. На тлі цього у рослин сочевиці спостерігається підвищена потреба у фосфорі й калії. Ці елементи живлення повинні засвоюватися збалансовано й поліпшувати умови симбіотичної азотфіксації. Також для ефективної роботи симбіотичного апарату необхідна сірка та мікроелементи [1; 3].

За інтенсивних технологій вирощування сочевиці в Україні рекомендується вносити фосфорні й калійні добрива у дозі 45–60 кг/га діючої речовини. За недостатнього їх внесення потрібні ще й азотні добрива в дозі 30 кг/га діючої речовини [2].

Дослідження з оптимізації системи удобрення сочевиці проводили на дослідному полі Уманського національного університету садівництва, розташованому в Маньківському природно-сільськогосподарському районі Правобережного Лісостепу України. Ґрунт дослідних ділянок — чорнозем опідзолений важко-суглинковий.

Встановлено, що за чотири роки проведення досліджень урожайність сочевиці змінювалася від 1,17 т/га за посушливих погодних умов 2020 р. у варіанті досліду без добрив, до 2,84 т/га у варіанті $N_{60}P_{30}K_{40}$ + інокуляція за сприятливих погодних умов вегетаційного періоду 2019 р. Приріст урожайності від інокуляції також залежав від погодних умов й у варіанті без добрив становив 7–10 %.

Ефективність застосування препарату бульбочкових бактерій також залежала від системи удобрення сочевиці. У середньому за роки проведення досліджень на тлі внесення $P_{30}K_{40}$ приріст урожаю від інокуляції насіння становив 10 %, тоді як з додатковим внесенням під передпосівну культивацію аміачної селітри у дозі 60 кг/га д. р. він знижувався до 8 %. Позитивно впливала на процес азотфіксації сірка, про що свідчить приріст урожаю сочевиці від інокуляції на 13 % за внесення під культивацію $N_{30}S_{34}$ у вигляді сульфату амонію. У варіанті досліду $N_{30}P_{30}K_{40}S_{34}$ та оброблення насіння молібдатом амонію в середньому за чотири роки досліджень урожайність сочевиці склала 2,20 т/га і завдяки інокуляції підвищилася до 2,49 т/га або на 14 %.

Отже, на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому Правобережного Лісостепу інокуляція сочевиці є ефективним агрозаходом, який сприяє підвищенню врожайності насіння на 8–14 % залежно від системи її удобрення.

1. Адаптивна селекція зернобобових в умовах Лісостепу. А. О. Бабич, С. В. Іванюк, І. В. Темченко, О. В. Барвіненко. *Вісник аграрної науки*. 2003, № 10. С. 39–42.

2. Зернобобові культури в інтенсивному землеробстві. А. М. Розвадовський, А. О. Бабич, В. Ф. Петриченко та ін.; за ред. А. М. Розвадовського. К. : Урожай, 1990. С. 153–157.

3. Сучасна технологія вирощування сочевиці. А. В. Черенков, А. І. Клиша, А. Д. Гирка, О. О. Кулініч, Ю. Я. Сидоренко, О. В. Бочевар, О. В. Ільєнко, А. О. Кулик. Дніпропетровськ, 2013. С. 48.

4. Топчій О. В. Розробка елементів технології вирощування сочевиці в умовах Лісостепу України. Дис. ... канд. с.-г. н.: 06.01.09. Київ, 2018. 226 с.

КОМПОСТУВАННЯ ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ ЗА ІНТРОДУКЦІЇ СЕЛЕКЦІОНОВАНОГО ШТАМУ МІКРОМІЦЕТІВ

С. Б. Дімова, В. В. Волкогон

Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН

вул. Шевченка, 97; м. Чернігів, 14035, Україна

e-mail: dimova13@ukr.net

Створення технологій компостування органічної речовини за участі інтродукованих до компостованих сумішей корисних з агрономічної точки зору мікроорганізмів — один із перспективних напрямів у розробленні нових видів добрив. Такі компости можуть характеризуватися низкою цінних властивостей, крім покращених агрохімічних характеристик, мати високий вміст фізіологічно активних речовин і бути своєрідними мікробними препаратами комплексної дії. Обнадійливими в цьому аспекті є мікроміцети роду *Trichoderma*, оскільки окремі представники цієї таксономічної одиниці є потужними деструкторами органічної речовини, антагоністами низки збудників захворювань культурних рослин та продуцентами фітогормонів.

Метою наших досліджень було з'ясування можливостей інтродукції триходерми до компостованого субстрату на основі курячого посліду (послід оптимізували за співвідношенням C/N додаванням соломи і торфу) для створення технології отримання біоорганічного добрива із запрограмованими агрохімічними та мікробіологічними показниками.

У роботі досліджено сукцесійні зміни в угрупованнях мікроорганізмів за компостування субстрату, визначено оптимальні для інтродукції мікроміцетів стадії компостування, селекціоновано активний штам *Trichoderma harzianum* PD3. Новий штам характеризується високою целюлозолітичною активністю,

продукує значні кількості ауксинів і цитокінінів, обмежує розвиток окремих збудників захворювань сільськогосподарських культур.

У модельних дослідах та в дослідженнях, проведених в умовах, наближених до виробничих (компостування в буртах на відкритому майданчику), визначено особливості розвитку селекціонованого мікроміцета в компостованому субстраті за різної стартової його кількості.

Встановлено, що максимальний розвиток *T. harzianum* PD3 спостерігається за інтродукції гриба у кількості від 18 до 180 тис. КУО/г компосту. Безперечно, з економічних міркувань привабливішим є застосування найменшої кількості інтродуцента. За час компостування у варіанті з внесенням 18 тис. КУО/г компосту чисельність його зросла більше ніж у 16 разів, якщо порівняти з початковою кількістю внесених сумкоспор.

Інтродукований до компосту на основі курячого посліду селекціонований мікроміцет *T. harzianum* PD3 у межах досліду за 4 місяці компостування забезпечував розкладення соломи на 2/3 від початкової кількості.

У 2018–2019 рр. у польових умовах досліджено вплив експериментального біоорганічного добрива на урожайність пшениці озимої. Паралельно досліджували ефективність компосту, отриманого без інтродукції мікроорганізмів. Позитивним контролем слугував варіант вирощування озимої пшениці за стандартних умов мінерального удобрення N₆₀ (фосфорні й калійні добрива не вносили через високий вміст рухомих сполук цих елементів у ґрунті).

У варіанті з внесенням компосту, одержаного за впливу *T. harzianum* PD3, урожайність склала 7,86 т/га, що забезпечило 15,8 % приросту до контролю (вирощування без застосування компосту й мінеральних добрив) та 11,6 % приросту до варіанту з вирощуванням пшениці за внесення традиційного компосту. Водночас урожайність пшениці за використання експеримен-

тального компосту була на рівні показника, отриманого за внесення мінеральних добрив.

Підтвердження одержаних результатів нами отримано у виробничих умовах під час вирощування пшениці озимої у ТОВ «Агрофірма КОЛОС» (Сквирський р-н, Київська обл.), де урожайність культури за використання біоорганічного добрива зросла на 25 %.

УДК 579.64:581.1

ВПЛИВ РІСТСТИМУЛЮВАЛЬНИХ ЕКЗОМЕТАБОЛІТІВ *NOCARDIA VACCINII* IMB B-7405 НА ВРОЖАЙНІСТЬ ТОМАТІВ

**В. І. Жданюк¹, Д. В. П'ятецька¹, Т. П. Пирог^{1,2},
Н. О. Леонова², Т. А. Шевчук¹**

¹*Національний університет харчових технологій
вул. Володимирська, 68; м. Київ, 01601, Україна*

²*Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного
НАН України
вул. Академіка Заболотного, 154; м. Київ, 03143, Україна
e-mail: zhdanuk2907@gmail.com*

Поверхнево-активні речовини (ПАР) мікробного походження є перспективними для використання в рослинництві, проте застосування продуктів мікробного синтезу обмежується їх високою собівартістю. Розв'язанням цього питання є розробка інтегрованих технологій одержання мікробних ПАР одночасно із іншими супутніми метаболітами. Раніше [1] було встановлено здатність продуцента ПАР *Nocardia vaccinii* IMB B-7405 синтезувати фітогормони ауксинової, цитокінінової й гіберелової

природи. Проте концентрація фітогормонів була порівняно невисокою (70–800 мкг/л). Із літератури [2] відомо, що за присутності триптофану, який є попередником синтезу ауксинів, спостерігається підвищення концентрації індол-3-оцтової кислоти. Тому мета цієї роботи — дослідження впливу триптофану на синтез ауксинів *N. vaccinii* IMB B-7405 та використання позаклітинних метаболітів для підвищення врожайності томатів.

N. vaccinii IMB B-7405 вирощували на рідкому мінеральному середовищі з 2 % (за об'ємом) відпрацьованої соняшникової олії. Триптофан вносили у середовище в концентраціях 100, 200, 300 мг/л на початку процесу або наприкінці експоненційної фази росту. Попереднє очищення й концентрування фітогормональних екстрактів здійснювали методом тонкошарової хроматографії. Якісний і кількісний склад ауксинів аналізували методом високоефективної рідинної хроматографії. Кореневу систему розсади томатів витримували протягом 2 год. в супернатанті й культуральній рідині *N. vaccinii* IMB B-7405, розведених у співвідношенні 1:200 і 1:400, а також у воді (контроль). Вегетаційні досліди проводили на вегетаційному майданчику Інституту мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного Національної академії наук України. Після закінчення вегетаційного періоду аналізували кількість і загальну вагу плодів рослин.

Встановлено, що за внесення триптофану в середовище культивування з відпрацьованою олією спостерігали суттєве підвищення синтезу ауксинів штамом IMB B-7405 (переважно індол-3-оцтової кислоти), якщо порівняти з показниками на цьому середовищі без попередника. Максимальна концентрація ауксинів (5800 мкг/л) досягалася за внесення 300 мг/л триптофану на початку процесу культивування, тоді як без попередника їх кількість становила тільки 13 мкг/л. За обробки кореневої системи розсади томатів екзометаболітами штаму IMB B-7405 спостерігали збільшення загальної ваги плодів на 30–90 % щодо контролю (обробка водою). Відзначимо, що обробка супернатантом виявилася більш ефективною, ніж культуральною рідиною. Так,

за обробки розсади рослин розведеними в 400 разів супернатантом і культуральною рідиною загальна вага томатів збільшувалася на 91,4 % і 82,1 % відповідно проти ваги плодів оброблених водою рослин.

Отже, ці результати свідчать про високу ефективність використання позаклітинних метаболітів *N. vaccinii* IMB B-7405 для підвищення врожайності томатів. Використання дешевого ростового субстрату — відпрацьованої олії, а також попередника біосинтезу — триптофану, дозволить значно підвищити ефективність комплексного мікробного препарату та зменшити собівартість продукту, який надалі може використовуватись у рослинництві.

1. Пирог Т., Леонова Н., П'ятецька Д., Клименко Н., Шевчук Т. Вплив умов культивування продуцентів поверхнево активних речовин *Acinetobacter calcoaceticus* IMB B-7241, *Rhodococcus erythropolis* IMB Ac-5017 і *Nocardia vaccinii* IMB B-7405 на синтез фітогормонів. *Наукові праці НУХТ*. 2017. Т. 23, № 5. С. 15–22.

2. Mon Myo E., Ge B., Ma J., Cui H., Liu B. et al. Indole-3-acetic acid production by *Streptomyces fradiae* NKZ-259 and its formulation to enhance plant growth. *BMC Microbiol.* 2019. Т. 19, № 1. Р. 1–14.

УДК 636.085.7/579.61

ОСОБЛИВОСТІ ЗАГОТІВЛІ СИЛОСУ З ПРОВ'ЯЛЕНИХ БОБОВИХ ТРАВ, ОБРОБЛЕНИХ БІОЛОГІЧНИМ КОНСЕРВАНТОМ СИЛАКПРО

В. П. Жуков¹, Ю. І. Шульга²

*¹Інститут кормів та сільського господарства Поділля
НААН України
просп. Юності, 16; м. Вінниця, 21100, Україна*

*²ПП «БТУ-Центр»
вул. Будівельників, 35; м. Ладизжин, Гайсинський р-н,
Вінницька обл., 24321, Україна*

e-mail: vladzupk@gmail.com

Зростання обсягів реалізації продукції тваринництва повинно супроводжуватися збільшенням кількості заготовлених силосованих кормів. Сучасні об'єми заготівлі силосу всіх видів не перевищують 10–11 млн тонн. На перспективу заготівлю силосу планується вести у напрямку використання зеленої маси кукурудзи (60 % від валового виробництва), сорго (до 10 %), бобових трав та їх сумішок та силосу із пров'ялених трав (до 30 % в структурі силосованих кормів). У серії технологічних польових досліджень (2018–2020 рр.) оцінювали універсальну силосну кормову закваску (сухий варіант) Силакпро (ТУ У 15.7-3016503-019:2010) з фактичною загальною кількістю молочнокислих бактерій, КУО/г — $3,8 \cdot 10^{10}$ та пропіоновокислих бактерій, КУО/г — $3,6 \cdot 10^{10}$ (посвідчення про якість № 01/04-18). Сировиною для заготівлі корму було обрано пров'ялену до вологості 66–70 % зелену масу люцерни посівної сортів Синюха та Росана з рівнем олистяності на момент підбирання в межах 44–49 %. Закваску розводили теплою водою згідно з інструкцією й обробляли через аплікатор (дві форсунки з широким дрейфом) на збиральному комплексі Jaguar 830 (ширина підбирача 3,8 м) з дозуванням для

пров'яленої зеленої маси люцерни — 6 г/т. Буферна ємність вихідної маси становила 2,82 % молочної кислоти в СР. Співвідношення цукор : буферна ємність перебувало в межах 1,62–1,65 та 1,71–1,74 відповідно для сортів із різною інтенсивністю відростання. Як контроль використовували пров'ялену масу зазначених сортів без обробки консервантом (спонтанне силосне бродіння).

Високі органолептичні показники силосів, консервованих препаратом Силакпро, сприяють підвищеному його споживанню. Такий силос можна вводити до складу раціонів дійним коровам на всіх періодах лактації в кількості до 40 % від заданих об'ємистих кормів, частково замінюючи ним силос з кукурудзи (для підвищення протеїнової повноцінності та покращення цукро-протеїнового співвідношення добового раціону та зниження його енергетичних показників). Водночас доцільно відзначити й ефект підвищеної аеробної стабільності дослідних силосів за їх використання в теплу пору року (за перевищення середньодобових температур понад +20 °С). Водночас препарат містить штами мікроорганізмів, які не патогенні для рослин та тварин, не має в своєму складі антибіотиків, регуляторів росту, що дозволяє виробляти екологічно чисту продукцію тваринництва. Робочий розчин добре зберігається протягом трьох діб без втрати активності життєздатності бактерій. Застосування біологічного консерванту Силакпро в дозі 6 г/т під час заготівлі силосу із пров'яленої маси люцерни стримує підвищення температури та зменшує втрати сухої речовини, що дає можливість подовжити технологічний цикл згодовування корму в загальнозмішаних раціонах високопродуктивних корів. Люцерна посівна внаслідок підвищеної буферної ємності за зброджування цукрів і часткового розкладу сирого протеїну у варіантах з обробкою консервантом втрачала до 7,3 % сухих речовин (на 5,2 % менше, ніж у варіантах без обробки). За консервування пров'яленої маси люцерни (доза препарату 6 г/т) сирий протеїн зберігався на 73 %, а розрахункові енергетичні параметри (ОЕ та ЧЕЛ) відповідно на 87,9 % та 84,7 %. Середня поживність люцернового силосу дослідних

варіантів (у розрізі гібридів) коливалася від 8,52 до 8,12 МДж/кг СР, а висока потенційна продуктивна дія такого корму й чистої енергії лактації зокрема пояснюється ефективнішим використанням обмінної енергії на синтез молока.

За результатами лабораторних досліджень встановлено, що якість люцернового силосу, одержаного з використанням консерванту Силакпро, не поступається сучасним біологічним консервантам закордонного виробництва та практично за усіма показниками відповідає I класу ДСТУ 4684:2006 «Сінаж. ТУ», а враховуючи нижчу вартість цього консерванту, дозволяє використовувати його як альтернативу імпортним аналогам.

УДК 619.02/636.085.532

ТЕРМОСТІЙКІСТЬ ПРОБІОТИЧНИХ ДОБАВОК У ГРАНУЛЬОВАНОМУ ЛЮЦЕРНОВОМУ СІНІ

**В. П. Жуков¹, В. В. Гончарук¹, І. В. Дмитрук¹,
Ю. І. Шульга²,**

*¹Інститут кормів та сільського господарства Поділля
НААН України*

просп. Юності, 16; м. Вінниця, 21100, Україна

²ПП «БТУ-Центр»

*вул. Будівельників, 35; м. Ладизжин, Гайсинський р-н,
Вінницька обл., 24321, Україна*

e-mail: vladzukup@gmail.com

Пробіотики — це група живих мікроорганізмів і речовини мікробного походження, які за введення в організм природним шляхом позитивно впливають на фізіологічні, біохімічні та імунні реакції тварини-господаря через стабілізацію й оптимізацію

функцій його нормальної мікрофлори. З урахуванням цільової дії дослідні пробіотики умовно належать до групи, що використовуються у функціональному харчуванні та до препаратів, які застосовують для терапії у разі захворювань бактеріальної й вірусної етіології. Розбалансоване живлення в молочний і післямолочний періоди телят і ягнят, екологічне навантаження на їхні організми, неконтрольоване використання антибіотиків, консервантів, хлорованої води, стреси та інші причини призводять до виникнення дисбактеріозів. Вміст живих клітин у пробіотиках коливається від 10^5 до 10^{10} колонієутворювальних одиниць на грам. Вони згодуються тваринам у вигляді капсул, паст, порошків, рідин або гранул в складі комбікормів або основного корму раціону. Для лікування дисбактеріозів найефективнішими виявилися препарати останнього, четвертого, покоління — сорбовані пробіотики. Видозмінення шлункової мікрофлори знижує захисні сили організму тварини, викликає порушення травлення й обміну речовин. Зазначені фактори ризику вимагають розробки нових препаратів для покращення здоров'я молодняку й зміцнення його імунної системи. Застосування сорбованих полікомпонентних пробіотиків зумовлене дією на організм тварин (Николаева с соавт., 2004; Floch, 2001) таких факторів, як протиінфекційний захисний чинник організму, імуномодулятор, покращувач бар'єрних функцій організму загалом, підвищувач метаболічного ефекту застосування, поліпшувач моторики та стабілізатор функцій кишкового.

Пробіотичні препарати БПС-44 (ТУ У24.4-00497360-691-2003), Веталайф-С та Пробіотик БТУ для лікування та профілактики шлунково-кишкових захворювань жуйних тварин протягом 2019–2020 років пройшли апробацію за введення до їхнього складу сінних гранул з люцерни. Резистентність пробіотичних добавок оцінювали за грануляції зволоженого сінного люцернового борошна із попереднім внесення препаратів у суміші з розмеленими пшеничними висівками в дозі 5 г/кг на обладнанні ТОВ «Артмаш» (гранулятор сінного борошна з кільцевою

матрицею). Для визначення термостійкості бактеріальних препаратів визначали КУО до і після грануляції з експозицією максимального нагріву — 2 хвилини. Температуру борошна і гранул (перед охолодженням) встановлювали максимальним термометром (табл.).

*Таблиця. Показники колонійутворювальної здатності пробіотичних препаратів на основі *Bacillus subtilis**

Пробіотичні препарати	Колонійутворювальна здатність, КОУ/г		Температура гранул, °С	Експозиція нагріву, хвилин
	до гранулювання	після гранулювання		
БПС-44	$5,5 \cdot 10^7$	$4,2 \cdot 10^{16}$	88,6	1,86
Веталайф-С	$2,8 \cdot 10^{10}$	$2,3 \cdot 10^9$	84,5	1,94
Пробіотик БТУ	$2,5 \cdot 10^{10}$	$1,7 \cdot 10^9$	85,3	2,08

У дослідженнях встановлено, що підвищення температури готових гранул до 84–90 °С суттєво зменшувало колонійутворювальну здатність бактеріальних добавок. Максимальну стійкість до підвищених температур і тиску виявила пробіотична добавка Веталайф-С з терміном витримки до двох хвилин. З пробіотичною добавкою Веталайф-С виготовлено дослідну партію гранул з люцерни діаметром 2 мм та визначено їхні технологічні властивості. В 1 кг гранул з люцерни дослідного варіанту вміст сухої речовини становив 88–90 %, кормових одиниць — 0,86–0,89, сирого протеїну — 19,5–20,5 %, сирої клітковини — 22,0–24,0 %, каротину — 200–250 мг/кг.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ПОСІВАХ ЛЮЦЕРНИ ПОСІВНОЇ НА НАСІННЯ

Л. С. Квасніцька, Г. П. Войтова

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

с. Самчики, Старокостянтинівський р-н, Хмельницька обл., 31182, Україна

e-mail: larusa7215@ukr.net

Останнім часом все більше уваги приділяється біологічно активним речовинам, здатним впливати на ростові процеси рослин, підвищувати стійкість до несприятливих чинників довкілля. Їхня позитивна дія виражається в інтенсифікації фізіологічних процесів. Включаючись в обмін речовин, вони підвищують стійкість рослин до захворювань й активізують проходження у них найважливіших процесів, сприяючи максимальній реалізації потенційної можливості рослини.

Мікродобрива-компенсатори позитивно впливають на швидкість протікання різних фізіологічних процесів у рослині. Це впливає на якість генеративних органів і врожаї загалом. Так, мікродобриво-компенсатор бору регулює обмін протеїнів, вуглеводів та є найважливішим компонентом синтезу РНК і ДНК. Бор у сполуці з марганцем є каталізатором реакції фотосинтезу в рослинах, які зазнали впливу заморозків. Він потрібен рослинам на всіх стадіях життєвого циклу.

На Хмельницькій державній сільськогосподарській дослідній станції Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН проведено дослідження щодо ефективності застосування стимулятора росту рослин Вимпел з мікродобривом Оракул колофермин бору у фазу бутонізації люцерни посівної у травостоях четвертого-п'ятого років життя.

За результатами досліджень, проведених упродовж 2019–2020 років, встановлено, що внесення у фазу бутонізації травостоїв стимулятора росту рослин Вимпел (0,5 л/га) з мікродобривом Оракул колофермин бору (1,5 л/га) позитивно вплинуло на показники індивідуальної продуктивності, які мали такі середні значення: 9 продуктивних стебел, 7 суцвіть на кожному з них, 27 квіток та 41 % запліднених бобів у суцвітті, 6 шт. повноцінних насінин у бобі; маса 1000 насінин — 2,05 г. Приріст урожайності насіння люцерни посівної склав 0,06 ц/га щодо необроблених ділянок, умовно чистий прибуток з 1 га — 7381 грн за рівня рентабельності — 180 %, коефіцієнт енергетичної ефективності — 1,90 ум. од.

Оцінюючи конкурентоздатність цього технологічного прийому вирощування люцерни посівної на насіння, встановили, що коефіцієнт енергетичної оцінки становив 1,01 ум. од., коефіцієнт інтегральної оцінки — 1,02 ум. од., коефіцієнт конкурентоздатності — 1,02 ум. од.

Поєднання стимулятора росту рослин Вимпел (0,5 л/га) та мікродобрива Оракул колофермин бору (1,5 л/га) із фунгіцидними обробками Аканто плюс (0,5 л/га) у фазі стеблування та бутонізації люцерни посівної позитивно вплинуло на показники індивідуальної продуктивності й забезпечило приріст урожайності 0,55 ц/га, умовно чистий прибуток з 1 га — 11 174 грн за рівня рентабельності 251 %, коефіцієнта енергетичної ефективності — 2,51 ум. од. та коефіцієнта конкурентоздатності — 1,18 ум. од.

Внесення на насіннєвих травостоях люцерни посівної стимулятора росту Вимпел і мікродобрива-компенсатора сприяло зниженню поширення хвороб завдяки стимуляції розвитку рослин.

Отже, застосування стимулятора росту Вимпел і мікродобрива-компенсатора Оракул колофермин бору у фазу бутонізації насіннєвих травостоїв люцерни посівної є дієвим технологічним прийомом, ефективність якого зростає за поєднання з фунгіцидними обробками.

**CHAETOMIUM COCHLIODES 3250 INFLUENCE ON
BUCKWHEAT PLANTS**

A. S. Kyslynska, H. V. Tsekhmister

*Institute of Agricultural Microbiology and Agroindustrial
Manufacture, NAAS*

97 Shevchenko str.; Chernihiv, 14035, Ukraine

e-mail: a.s.kyslynska@gmail.com

Many representatives of soil saprotroph fungi can penetrate into plant tissues forming endophytic associations with a positive effect on macroorganisms. The aim of our study was to establish the features of the effect of *Chaetomium cochliodes* 3250 on buckwheat plants.

The close interaction of plants with endophytic fungi significantly affects the structure of the root system. Pre-sowing treatment of buckwheat seeds by *C. cochliodes* 3250 contributed to an increase in the surface of the plants root system. In the branching phase (Day 20), the total adsorption surface of the roots of treated plants was 2.5 times higher than in the control ones, and in the flowering phase — 1.2 times. The area of the active working surface of the roots of the treated plants in the branching phase was at the control level, in the flowering phase — by 20 % higher.

The increase in the adsorption surface of the roots contributed to the supply of mineral substances and had a direct impact on the plant growth improvement and development during the vegetation period. For examples, under exposure to *C. cochliodes* 3250, the dry matter of experimental plants exceeded the control matter from 4 % to 19 % at different stages of vegetation.

On the Day 20 of the experiment, the height of the experimental plants exceeded the control by 26 %; further, the difference was less noticeable, however the inoculated plants remained capable to grow actively.

Buckwheat is characterized by an increase in green matter throughout the entire period of vegetation. It is natural that with the increase of growth processes in plants, the process of forming a photosynthetic apparatus is accelerated.

In the vegetative experiment with buckwheat seed we noted that the largest difference between the areas of the treated leaf surface and control plants was observed in the budding phase (Day 30) and was 11 %.

In addition, the formation of the endophytic association positively affected the productive performance of photosynthesis.

The obtained results showed an increase in the content of chlorophyll *a* in the leaves of inoculated buckwheat by 23 % on the Day 20 (branching phase), and by 6 % on the Day 30 (budding phase).

The highest content of chlorophyll *b* was observed on the Day 30. Further, the content of chlorophylls *a* and *b* decreased and after Day 40 (flowering phase), no difference was found between the control and experimental plants.

It was found that pre-sowing treatment of buckwheat seeds by *C. cochliodes* 3250 fungus causes the basic physiological plants responses that are characteristic features for the symbiotic system formation. Namely they are increase of the total (by 145 %) and active working (by 7 %) root surface, increase of plant length (by 27 %), leaf area (11 %) and content of chlorophylls *a* and *b* (17 %).

СТРУКТУРА ВРОЖАЮ ОГІРКА ЗА БАКТЕРИЗАЦІЇ *AZOTOBACTER CHROOCOCCUM* IMB B-7836 ТА ВИКОРИСТАННЯ ПБК

С. Ф. Козар, О. М. Білоконська

*Інститут сільськогосподарської мікробіології та
агропромислового виробництва НААН*

вул. Шевченка, 97; м. Чернігів, 14035, Україна

e-mail: obilokonska@ukr.net

Відомо, що врожайність сільськогосподарських культур залежить від дії низки чинників, зокрема й від активності ґрунтових мікроорганізмів. Тому сьогодні спостерігається інтерес до використання азотфіксувальних бактерій. Діазотрофи сприяють підвищенню врожайності сільськогосподарських культур за рахунок фіксації атмосферного азоту та постачання його рослинам, продукування фітогормонів (Kondo, 2003; Волкогон, 2011; Baral, 2013; Yousefi, 2017; Білоконська, 2020). Інтродукцію корисних мікроорганізмів в агроценози зазвичай здійснюють шляхом бактеризації насіння. Проте постає проблема збереженості інокулянта на ньому до моменту висіву насіння в ґрунт.

В Інституті сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН у лабораторії фізіології мікроорганізмів розроблено полісахаридно-білковий комплекс (ПБК), до складу якого входять речовини, які діють як стабілізатори та прилипачі інокулянта.

Метою нашої роботи було вивчення впливу штаму *Azotobacter chroococcum* IMB B-7836 з сумісним використанням ПБК на структуру врожаю огірка.

Враховували огірки першої та другої фракції, а також зеленці. Корнішони першої фракції у середньому складали 22,7 % від загального врожаю. Найбільша їх частка була в контролі. Маса корнішонів першої фракції у варіантах з бактеризацією була на 18,1-27,9 % меншою проти варіанту без бактеризації.

Визначення структури врожаю огірка показало, що більшу частину від загального врожаю становлять корнішони другої фракції: в середньому 69,6 %. За завчасної бактеризації насіння огірка *A. chroococcum* ІМВ В-7836 з сумісним використанням ПБК маса корнішонів другої фракції більша щодо контролю на 69,2 %, а щодо варіанту з бактеризацією азотобактером без ПБК — на 12,8 %, але менша щодо варіанту з передпосівною бактеризацією з використанням ПБК на 7,3 %.

Частка зеленців склала у середньому 7,7 %. Водночас у варіантах із бактеризацією їх було менше проти контролю на 26,9–34,0 %

Отже, збільшення врожайності огірка за бактеризації *A. chroococcum* ІМВ В-7836 досягається за рахунок збільшення маси корнішонів другої фракції. Водночас найвищу урожайність (48,6 т/га) забезпечує передпосівна бактеризація *A. chroococcum* ІМВ В-7836 з додаванням ПБК.

УДК 579.62:608.4

ЗБЕРЕЖЕНІСТЬ ПОГОЛІВ'Я МОЛОДНЯКУ КРОЛІВ ЗА ДІЇ *LACTOBACILLUS* SP. 13/2

Ю. М. Похилько

*Інститут сільськогосподарської мікробіології та
агропромислового виробництва НААН
вул. Шевченка, 97; м. Чернігів, 14035, Україна
e-mail: pohilko.yura@gmail.com*

Період відлучення є критичним для молодняку кролів, що характеризується найвищими показниками смертності. Основними причинами смертності часто є порушення травлення (Barthold et al., 2016; De Blas et al., 2012; Pakandl, 2009). Відсутність

ISBN 978-617-7570-67-6

материнського молока, що проявляє захисні властивості, збільшує вразливість тварин. Як наслідок, спостерігається збільшення кількості патогенних та умовно патогенних мікроорганізмів у шлунково-кишковому тракті кролів (Licois, 2004; Rashwan, 2000).

У зв'язку з обмеженням щодо використання антибіотиків у тваринництві для розв'язання зазначеної вище проблеми перспективним є використання пробіотиків. Це спонукає до пошуку нових ефективних штамів мікроорганізмів, перспективних для створення пробіотичних препаратів для кролів.

У попередніх дослідженнях нами селекціоновано штам молочнокислих бактерій (*Lactobacillus* sp. 13/2), що характеризується високим пробіотичним потенціалом. Цей штам попередньо досліджений та ідентифікований у лабораторії пробіотиків ІСМАВ НААН. Вплив молочнокислих бактерій на збереженість молодняку кролів у період відлучення досліджували у промислових умовах. Тварин було розділено на дві групи: контрольну ($n = 32$) та експериментальну ($n = 34$). Тваринам дослідної групи до питної води додавали суспензію *Lactobacillus* sp. 13/2 (1×10^9 КУО/л), культивованих на гідролізованому молоці, з розрахунку 50 мл/л. Експеримент починався з відлучення кроленят від кролематки (35 днів) і тривав 84 дні.

Збереженість поголів'я кролів за дії *Lactobacillus* sp. 13/2 представлено в таблиці. Відомо, що на кролячих фермах смертність відлученого молодняку становить близько 12 %. В експериментальній групі цей показник був значно меншим і складав 2,94 % проти 12,5 % у контрольній групі. Під час експерименту відзначено поліпшення стану здоров'я тварин у дослідній групі, а саме — знизилася кількість випадків діареї.

Встановлено позитивний ефект застосування бактерій *Lactobacillus* sp. 13/2 у технології вирощування кролів, який проявляється зниженням смертності. Підвищення збереженості поголів'я тварин, на нашу думку, зумовлене антагоністичними властивостями досліджуваного штаму мікроорганізмів, що здатний впливати на баланс кишкової мікробіоти шлунково-кишко-

*Таблиця. Збереженість поголів'я кролів за дії *Lactobacillus* sp. 13/2*

Показники	Контрольна група	Дослідна група
Кількість відлучених тварин, гол. (%)	32 (100 %)	34 (100 %)
Кількість тварин з діареєю, гол. (%)	9 (28,12 %)	7 (20,59 %)
Смертність, гол. (%)	4 (12,5 %)	1 (2,94 %)
Збереженість, гол. (%)	28 (87,5 %)	33 (97,06 %)

вого тракту. За рахунок цього знижується смертність тварин, пов'язана з розладами травлення, викликаними патогенними мікрорганізмами.

УДК 633.31/37:631.53.01:632.95

ЕФЕКТИВНІСТЬ ДІЇ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ПОСІВНІ ЯКОСТІ НАСІННЯ ЛЯДВЕНЦЮ РОГАТОГО

С. І. Колісник, С. Ф. Антонів, О. А. Запрута

*Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН
просп. Юності, 16; м. Вінниця, 21100, Україна
e-mail: kolesniksi@ukr.net*

Наявний в Україні стан насінництва не забезпечує потреб виробництва в необхідному асортименті трав, слабо враховуються можливості спеціалізації вирощування насіння стосовно агрокліматичних умов. Недостатнім є асортимент видів та сортів бобових трав пасовищного використання для створення культурних сіножатей і пасовищ, підвищення продуктивності при-

родних кормових угідь у різних ґрунтово-кліматичних зонах. Особливо цінними для створення культурних пасовищ є такі бобові трави, як конюшина повзуча, конюшина гібридна, ляд-венець рогатий.

Стримувальним фактором у розв'язанні цих проблем є недостатня кількість насіння через складність його отримання. Це пояснюється, з одного боку, біологічними особливостями рослин, а з іншого — відсутністю досконалих технологій. Нестійкість і негарантованість одержання насіннєвого матеріалу в необхідній кількості не дозволяє широко застосовувати їх в інтенсивному кормовиробництві.

Дослідженнями, проведеними в Інституті кормів та сільського господарства Поділля НААН встановлено, що за рахунок генетичного потенціалу та біологічних особливостей сортів на фоні внесення в основне удобрення під покривну культуру половинної норми швидкодіючого вапнякового добрива $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (пушонка) — 1,2 т/га у поєднанні із застосуванням мінеральних добрив у дозі $\text{N}_{30}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ (контроль) формувався урожай насіння лядвенцю рогатого сортів Аякс та Гелон в середньому за 2017–2018 рр. відповідно 367 та 366 кг/га.

Передпосівна обробка насіння лядвенцю рогатого бактеріальним препаратом Ризобофіт (біологічний агент *Mesorhizobium loti*) з розрахунку 0,15 л на гектарну норму насіння сприяло росту насіннєвої продуктивності лядвенцю рогатого сортів Аякс та Гелон на 78 та 87 кг/га, або 21,4 % і 23,8 % проти контролю. Унаслідок поліпшення азотного живлення рослин за рахунок формування симбіотичного апарату та фіксації атмосферного азоту врожайність становила, відповідно до сортів, 445 та 453 кг/га.

Ефективним виявилось проведення позакореневих підживлень посівів лядвенцю рогатого у фазі стеблуння та додатково під час бутонізації рослин антистресантом Агрогумат (0,4 л/га), що забезпечило урожайність сортів Аякс та Гелон в середньому за роки досліджень на рівні 464 та 467 кг/га, або на 97 та 101 кг/га чи 26,6 % та 27,6 % більше проти контролю.

Проведення передпосівної обробки насіння бактеріальним препаратом Ризобофіт (0,15 л на гектарну норму насіння) та позакореневі підживлення антистресантом Агрогумат (0,4 л/га) у фази стеблуння та бутонізації супроводжувалися зростанням кількості генеративних органів (бобів) на пагонах на 37 і 51 шт., або на 19,2–52,1 %, та кількості насіння з 1 м² на 6,3–7,1 тис. шт., або на 16–19 %, проти контролю без підживлення та обробки насіння.

Передпосівна обробка насіння лядвенцю рогатого сорту Аякс бактеріальним препаратом Ризобофіт позитивно впливало на формування симбіотичного азотфіксувального апарату й сприяло формуванню найбільшої кількості бульбочок на одній рослині: у фази стеблуння — 174 шт., початку цвітіння — 241 шт. Маса їх у ці фази становила відповідно 311 та 1165 мг. Тоді як на контролі без передпосівної обробки насіння ці показники були нижчими й становили, відповідно, 109, 209 шт. і 120, 773 мг.

Посівні якості насіння лядвенцю рогатого, зокрема сила росту, схожість, енергія проростання, маса 1000 насінин були найвищими на варіантах із проведенням передпосівної обробки насіння бактеріальним препаратом Ризобофіт та позакореневих підживлень антистресантом Агрогумат і становили, відповідно, 55–56 %, 93–95 %, 79–85 %, 1,23–1,25 г, або на 7 %, 8 %, 10 %, 4 % більше за контроль.

ПРОДУКТИВНІСТЬ ПРОМИСЛОВИХ СОРТІВ ТОМАТА ЗА ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ БІОЛОГІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА ПІВДНІ УКРАЇНИ

Н. П. Косенко, К. О. Бондаренко

*Інститут зрошуваного землеробства НААН
сел. Наддніпрянське, м. Херсон, 73483, Україна
e-mail: ksnk.nadezhda@gmail.com*

Томат — одна з найпопулярніших овочевих рослин, плоди якої мають високі смакові якості та лікувально-профілактичні властивості. Плоди рослин томата є основною сировиною для консервної промисловості, виробництва томатопродуктів, використовуються також для в'ялення, сушіння, заморожування [2]. В останні роки в Україні, як і в багатьох інших країнах, використовують біологізацію та екологізацію землеробства, що поєднує кращі сторони інтенсивного та біологічного землеробства: покращення родючості ґрунту та отримання екологічно безпечної продукції. Поряд з іншими заходами у біологізації землеробства велике значення має поступова відмова від мінеральних добрив та пестицидів з наданням переваги препаратам органічного походження [3].

Дослідження використання вологи рослинами безрозсадного томата проводили у 2014–2016 рр. на дослідному полі Інституту зрошуваного землеробства НААН (Херсонська обл.). Схема досліду: режим краплинного зрошення (фактор А): 1) без зрошення (контроль); 2) призначення поливів за рівня передполивної вологості ґрунту (РПВГ) 70 % найменшої вологості (НВ); 3) РПВГ 80 % НВ; 4) РПВГ 90 % НВ; фактор В — сорт томата: Інгулецький, Кумач, Легінь; фактор С — удобрення рослин: 1) без добрив (контроль); 2) органічне добриво Біопроферм. Повторність досліду чотириразова. Ґрунт дослідної ділянки —

темно-каштановий, середньосуглинковий, слабосолонцюватий. Насіння висівали в другій декаді квітня за схемою 50 + 90 см. Органічне добриво Біопроферм вносили перед сівбою смугою 60 см (у вузькому міжрядді) із розрахунку 6 т/га.

Біопроферм — сучасне органічне добриво, отримане методом термофільної біоферментації суміші курячого посліду, гною ВРХ, торфу та тирси, містить макро- та мікроелементи, гумусові речовини, спори корисних ґрунтових мікроорганізмів (ТУ 24.1-36933042-001:2010). Хімічний склад біологічного добрива: волога — 35–50; склад (% в абс. сух. реч.): органічна речовина — 65–70; азот (NO_2) — 2,0–3,0; фосфор (P_2O_5) — 1,7–2,8; калій (K_2O) — 1,0–2,0; кальцій (CaO) — 2,0–6,0 %, Mg — 30 мг/кг та мікроелементи, мг/кг, не менше: Fe — 10, Cu — 60, B — 12, Zn — 15, Mn — 20, а також Co і Mo .

Аналіз даних продуктивності рослин показав, що врожайність плодів без зрошення становила 26,9–32,3 т/га залежно від сорту та удобрення. За режиму зрошення з РПВГ 70 % НВ отримано врожайність товарних плодів 61,7–70,8 т/га, за РПВГ 80 % НВ — 65,6–79,5 т/га, за РПВГ 90 % НВ — 61,0–71,6 т/га. Режим зрошення з призначенням поливів за рівня передполивної вологості ґрунту 70 % НВ забезпечив збільшення продуктивності рослин томата на 37,9 т/га, за РПВГ 80 % НВ — на 42,9 т/га, за РПВГ 90 % НВ — на 36,8 т/га проти неполивних умов. Внесення органічного препарату Біопроферм і призначення поливів за РПВГ 70 % НВ сприяє збільшенню врожайності товарних плодів на 37,9 т/га, за РПВГ 80 % — на 46,1 т/га, за РПВГ 90 % — на 38,6 т/га проти неполивних та неудобрених ділянок. У варіанті з призначенням поливів за РПВГ 80 % НВ і органічного живлення отримано найбільшу врожайність (79,5 т/га), що на 49,1 т/га більше, ніж без удобрення та без зрошення.

Отже, проведеними дослідженнями встановлено, що за безрозсадного способу вирощування томата внесення біодобрива суттєво збільшує врожайність плодів за умов краплинного зро-

шення. Рослини томата сорту Кумач найефективніше використовували ґрунтові запаси вологи, ефективні опади, поливи за РПВГ 80 % НВ й органічне добриво Біопроферм. За таких умов отримано найбільшу врожайність плодів (79,5 т/га), тоді як коефіцієнт водоспоживання був найменшим — 39 м³/т.

1. Кравченко В. А., Приліпко О. В. Помідор. Селекція, насінництво, технології. К. : Аграрна наука, 2007. 405 с.

2. Ящук В. У., Корецький А. П., Ковбасенко Р. В., Дмитрієв О. П., Ковбасенко В. М. Напрямки екологізації землеробства. К. : НААН, 2016. 136 с.

УДК 579.64:579.864:579.852:664.803:633.15

АЕРОБНА СТАБІЛЬНІСТЬ КУКУРУДЗЯНОГО СИЛОСУ ЗА СУМІСНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ПРОБІОТИЧНИХ ШТАМІВ *LACTOBACILLUS* *PLANTARUM* ТА *BACILLUS SUBTILIS*

Н. О. Кравченко

*Інститут сільськогосподарської мікробіології та
агропромислового виробництва НААН
вул. Шевченка, 97, м. Чернігів, 14035, Україна
e-mail: nat.probiotik@gmail.com*

Збереженість якості та мікробіологічних характеристик кукурудзяного силосу після відкриття в період згодовування тваринам залежить від його аеробної стабільності. Наявність кисню в силосній масі після відкриття за недостатньої аеробної стабільності викликає розвиток аеробних мікроорганізмів, що здійснюють деградацію поживних речовин та органічних кислот. Перш за все — це дріжджі, що трансформують молочну кислоту та

інші поживні речовини до діоксиду вуглецю та води, вивільнюючи значну кількість тепла. Плісєневі гриби також є учасниками розщеплення молочної кислоти, внаслідок чого її кількість знижується, а значення показника рН підвищується, що сприяє розвитку гнильних мікроорганізмів та прискоренню процесу псування силосу. Підвищити аеробну стабільність силосу, а відтак і більшу збереженість поживних речовин, можна за рахунок застосування для силосування біологічних препаратів.

У наших дослідженнях ми визначали аеробну стабільність кукурудзяного силосу за сумісного застосування пробіотичних мікроорганізмів *Lactobacillus plantarum* та *Bacillus subtilis*. Дослідження проводили в лабораторних умовах. Сировина — зелена маса кукурудзи (фаза молочно-воскової стиглості) за вологості 70 %.

Досліджувані варіанти: Контроль (без обробки). Дослід 1 (обробка штамом *B. subtilis* 44-р). Дослід 2 (обробка штамами *L. plantarum* КТ-L18/1 + *L. plantarum* 5). Дослід 3 (обробка штамами *L. plantarum* КТ-L18/1 + *B. subtilis* BPT-B1).

Всі пробіотичні штами задепоновано та запатентовано. Аеробну стабільність встановлювали шляхом визначення терміну, упродовж якого корм після відкриття та доступу повітря зберігає свої характеристики. Для цього після закінчення ферментації всі варіанти силосу витримували на відкритому повітрі. На 30-у добу ферментації, а також на 7-у добу після відкриття зразків кукурудзяного силосу проводили мікробіологічні та зоотехнічні дослідження.

Дослідження корму на 30-у добу силосування показало, що рівень рН у дослідних варіантах з обробкою штамами становив від $4,19 \pm 0,11$ до $4,30 \pm 0,08$, а у контрольному варіанті силосу рН корму складав $4,40 \pm 0,09$. Частка молочної кислоти в сумі кислот контрольного варіанту складала $64,56 \pm 0,04$ %, у дослідних варіантах частка молочної кислоти в сумі кислот коливалася від $75,19 \pm 0,01$ % до $81,36 \pm 0,01$ %. Після відкриття та 7-добової

аеробної експозиції корму рівень рН у силосованій масі кукурудзи контрольного варіанту підвищився та становив $4,59 \pm 0,11$, а рН силосу у дослідних варіантах після доступу повітря встановилася на рівні 4,2–4,3. Чисельність молочнокислих бактерій на 30-у добу ферментації зеленої маси кукурудзи в контрольному варіанті зростає на два порядки — з $(2,1 \pm 0,3) \times 10^4$ до $(4,8 \pm 0,5) \times 10^6$ КУО/г. У дослідних варіантах чисельність молочнокислих бактерій була вищою від контрольного на три порядки — $(2,8 \pm 0,2) \times 10^9$ – $(9,8 \pm 0,3) \times 10^9$ КУО/г. Відзначено на порядок нижчу чисельність дріжджів у дослідних варіантах проти контрольного. На 7-у добу аеробної експозиції після відкриття силосу показано зниження молочнокислої мікрофлори як у контрольному, так і в дослідних варіантах. Водночас у дослідних варіантах їх чисельність залишалась на високому рівні. За присутності кисню в силосованій масі встановлено закономірне зростання чисельності дріжджів, найбільше — до $(1,5 \pm 0,4) \times 10^7$ КУО/г у контрольному варіанті, що вказує на аеробну нестабільність корму. Найменша чисельність дріжджів — $(1,9 \pm 0,5) \times 10^3$ КУО/г — відзначена у варіанті за сумісної обробки пробіотичними штамами. Варто зазначити, що ризик аеробної нестабільності корму створює присутність у масі плісневих грибів та дріжджів більш ніж 1×10^5 КУО/г.

Отже, застосування пробіотичних штамів *L. plantarum* та *B. subtilis*, зокрема за їх поєднання, забезпечує аеробну стабільність кукурудзяного силосу, що є додатковим аргументом на користь їх використання.

**EFFICIENCY OF BIOLOGICAL PREPARATIONS
BASED ON A NEW STRAIN OF *RHIZOBIUM*
PHASEOLI FB1 WHEN GROWING BEANS**

D. V. Krutylo, M. A. Ushakova

*Institute of Agricultural Microbiology and Agroindustrial
Manufacture, NAAS*

97 Shevchenko str.; Chernihiv, 14035, Ukraine

e-mail: krutylodv@gmail.com

Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is one of the most important legumes that is grown in many countries and is the second after soybean in acreage. The main concentration of sowing of this crop is concentrated in Asia and South America. The main bean-producing countries are: India (9433 thousand ha), Brazil (4368 thousand ha), Mexico (1887 thousand ha) and China (1207 thousand ha). Bean is a traditional culture for Ukraine.

Environmentally safe way to increase bean productivity is pre-plant seed inoculation with bacteria of *Rhizobium phaseoli* species, which initiate the formation of nitrogen fixing nodules on plants roots.

In previous years, using the method of analytical selection, we obtained a new promising bean rhizobia strain — *R. phaseoli* FB1 (IMB B-7319), which is an active symbiotic nitrogen fixer, characterized by high competitiveness relative to specific local inactive rhizobia strains and may be a potential bio-agent for common bean preparations.

The effectiveness of two fundamentally different biological preparations Ryzobofit and Ryzohumin based on a new strain of *R. phaseoli* FB1 was studied in a series of field experiments in soil and climatic conditions of the Woodland of Ukraine.

Thus, while cultivating common bean on leached black soil nodules were not formed on plant roots of control variant (without treat-

ment with biological preparations), indicating the absence of specific bean rhizobia in soil.

In flowering stage the number of nitrogen fixing nodules in versions using Ryzobofit and Ryzohumin was small and ranged on average within 8–10 units per plant during two years. Only in the stage of beans filling their number increased significantly and amounted to 19–28 units per plant. As a whole, complex preparation Ryzohumin based on a new *R. phaseoli* FB1 strain helped to create significantly greater (1.4–1.5 times) number of nodules compared to Ryzobofit.

An important indicator of symbiotic activity of rhizobia and legumes is not only the number of nodules, but their mass. Thus, after treatment of bean seeds with peat form of Ryzobofit and both forms of Ryzohumin the mass of nodules was already significantly higher in the flowering stage compared to liquid form of Ryzobofit (0.17 g/plant to 0.12 g/plant). In the phase of beans filling the best by this indicator was the variant of treatment seeds with peat form of Ryzohumin (0.29 g/plant).

The highest level of molecular nitrogen fixation was also observed after the use of both forms of Ryzohumin and peat form of Ryzobofit. It increased 2.4–2.8 times from flowering stage to beans filling stage. Maximum indicators of nitrogen fixation activity were recorded in the version using peat form of Ryzohumin (9.25 and 25.56 $\mu\text{g N}$ per plant per hour).

As a result of studies it was found that biological preparations Ryzobofit and Ryzohumin based on the proposed strain *R. phaseoli* FB1 provide stable productivity increase for beans of Shchedra variety by 16.9–29.2 % compared to the control without inoculation. Maximum level of productivity (3.05 t/ha) was observed during three years when using peat form of Ryzohumin. Using a new strain of rhizobia bean seeds quality indicators were improving — protein content increased by 12.5 % and oil — by 17.4 % relative to control.

In addition to positive effect on symbiotic performance, the use of new *R. phaseoli* FB1 strain, as bio-agent for preparations, significantly constrains the development of root rots, which is an important

component of good yield. The effectiveness of strain protective action ranges from 26.8 to 36.7 %.

Therefore, for pre-plant inoculation of bean seeds biological preparations Ryzobofit and Ryzohumin (peat form) based on a new high-performance strain of *R. phaseoli* FB1 were suggested. This strain is an active symbiotic nitrogen fixer, able to compete with local populations of bean rhizobia, increase plant resistance to root rot pathogens.

The use of biological preparations Ryzobofit and Ryzohumin based on *R. phaseoli* FB1 strain contributes to stable increase in common bean yield relative to control by 17–29 % and improvement in the quality of received products.

УДК 579.262:631.487.211:635.657

СКРИНІНГ СУЧАСНИХ СОРТІВ НУТУ ЗА ЗДАТНІСТЮ ДО ФОРМУВАННЯ ВИСОКОЕФЕК- ТИВНОГО СИМБІОТИЧНОГО АПАРАТУ

**О. В. Логоша¹, Ю. О. Воробей¹, Т. О. Усманова¹,
О. В. Бушулян²**

*¹Інститут сільськогосподарської мікробіології та
агропромислового виробництва НААН
вул. Шевченка, 97; м. Чернігів, 14035, Україна*

*²Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН
просп. Юності, 16; м. Вінниця, 21100, Україна*

e-mail: olga.logosha94@gmail.com

В останні роки спостерігається зростання посівних площ нуту, що пов'язано з його цінністю та високою вартістю продукції. Для підвищення продуктивності цієї культури використовую-

ють ефективні штами *Mezorhizobium ciceri* для інокуляції насіння нуту різних сортів. Відомо, що їхня реакція на інокуляцію може суттєво відрізнятись. Тому актуальним є вивчення міжсортової мінливості рослин нуту за здатністю до формування високоефективного симбіотичного апарату та виявлення сортів з найвищою позитивною реакцією на бактеризацію, що сприятиме поліпшенню азотного живлення рослин та підвищенню продуктивності культури.

Дослідження проводили з рослинами нуту сортів Скарб, Адмірал, Одисей, Буджак, Тріумф та Пам'ять на дослідних полях Селекційно-генетичного інституту — Національного центру насіннезнавства та сортовивчення (СГІ-НЦНС), де нут вирощується понад 20 років, і в ґрунті сформувалася популяція бульбочкових бактерій цієї культури.

За бактеризації насіння нуту ефективним штамом *M. ciceri* ND-64 найбільшу кількість бульбочок спостерігали на коренях рослин сорту Тріумф — $23,8 \pm 0,7$ од./рослину, а найменшу в сорту Буджак — $12,1 \pm 0,7$ од./рослину. Найвищим приростом цього показника (53 % щодо абсолютного контролю) характеризувався сорт Одисей, а найнижчим (9,3 %) — сорт Скарб.

Бактеризація насіння сприяла значному підвищенню маси бульбочок нуту сорту Тріумф ($417,5 \pm 12,2$ г/рослину) — у 2,3 раза щодо контролю. Найнижчий приріст цього показника спостерігали у варіанті з рослинами нуту сорту Скарб, він становив 22,4 %.

Інокуляція насіння бактеріальною суспензією *M. ciceri* ND-64 сприяла істотному зростанню нітрогеназної активності бульбочок, утворених на коренях нуту сортів Тріумф, Пам'ять, Одисей та Адмірал — у 4,7–6,8 раза щодо контролю. Найвищий приріст цього показника (8,2 раза) спостерігали у варіанті з сортом Буджак. Водночас максимальним значенням нітрогеназної активності характеризувався сорт Тріумф (1625 ± 43 $\text{C}_2\text{H}_4/\text{роsl.} \cdot \text{год.}$). Варто зазначити, що сорт Скарб за показником нітрогеназної активності (638 ± 7 $\text{C}_2\text{H}_4/\text{роsl.} \cdot \text{год.}$) характеризувався слабкою

реакцією на інокуляцію, оскільки зростання показників щодо контролю (1,5 раза) було найнижчим серед досліджуваних сортів.

Встановлено, що показник кількості насінин з рослини сортів Адмірал, Одисей, Буджак, Тріумф та Пам'ять за передпосівної бактеризації складав від $15,4 \pm 0,5$ до $25,5 \pm 1,4$ од./рослину, що на 8–56 % більше, ніж у контролі. Проте найбільшою мірою цей показник підвищився у варіанті з сортом Скарб — у 2,2 раза, і складав 28,7 од./рослину.

За показником маси насінин переважав сорт Тріумф ($9,5 \pm 0,4$ г/рослину), приріст щодо абсолютного контролю становив %. Для сорту Скарб цей показник був нижчим ($6,6 \pm 0,9$ г/рослину), але приріст становив 38 %.

Урожайність всіх досліджуваних сортів нуту за бактеризації насіння *M. ciceri* ND-64 істотно перевищувала контрольні варіанти (без інокуляції) на 0,21–0,56 т/га. Найбільший приріст до контролю було показано для сортів Тріумф (29,5 %) та Скарб (39 %).

Серед шести досліджуваних сортів нуту української селекції за інокуляції ефективним штамом *M. ciceri* ND-64 найкращою здатністю до формування високоефективного симбіотичного апарату характеризуються сорти Тріумф та Скарб, оскільки максимальну прибавку урожайності спостерігали у варіантах з цими сортами.

АКТИВНІСТЬ БУЛЬБОЧКОВИХ БАКТЕРІЙ, ЯКІ ЗАЗНАЛИ ВПЛИВУ ДЕФІЦИТУ ВОЛОГИ

Н. М. Мельникова

*Інститут фізіології рослин і генетики НАН України
вул. Васильківська, 31/17; м. Київ, 03022, Україна
e-mail: mnn_knu@ukr.net*

Серед абіотичних факторів посуха відіграє чи не найважливішу роль у сповільненні процесів росту й розвитку рослин, а також зниженні їхньої продуктивності. Щорічні втрати врожаю сільськогосподарських культур за дії недостатнього водозабезпечення складають більше половини, що може зумовити глобальну продовольчу кризу. Водночас дефіцит вологи може впливати на ростову й функціональну активність мікроорганізмів прикореневої зони рослин, а також на їх видовий склад. Проте низка властивостей, зокрема здатність продукувати полісахариди, дозволяє ризобактеріям виживати в навколишньому середовищі й створювати умови для підвищення стійкості рослин до дії стресорів. Дослідження останніх десятиліть вказують на важливу роль ризосферної мікрофлори в покращенні росту рослин і збільшенні їхньої продуктивності. З огляду на глобальні кліматичні зміни всебічне дослідження мікроорганізмів, які населяють прикореневу зону, для їх використання у землеробстві в складі мікробних препаратів для зменшення шкодочинної дії стресових факторів довкілля, зокрема посухи, не втрачає своєї актуальності. Особливої уваги заслуговує питання, пов'язане зі створенням штамів мікроорганізмів, які б відзначалися значною стійкістю, а саме зберігали ростову та біологічну активність за несприятливих умов. Оскільки бульбочковим бактеріям, як і ризобактеріям, притаманні властивості, що визначають рістстимулювальний потенціал мікроорганізмів, видається важливим

всебічне вивчення ризобій для ширшого їх використання у сільськогосподарському виробництві.

Підготовлені суспензії бульбочкових бактерій сої *Bradyrhizobium japonicum* 6346 і козлятника *Neorhizobium galegae* 0702, 0703, 159 у моно- і змішаних культурах витримували протягом місяця в умовах дефіциту вологи, відновлювали їхню ростову активність (її оцінювали шляхом культивування бактерій на манітно-дріжджовому середовищі) і використовували для інокуляції насіння сої *Glycine max* L. (Мегг.) сорту Алмаз. Рослини вирощували в умовах вегетаційного експерименту. У фазу бутонізації вимірювали кількість бульбочок, їхню азотфіксувальну активність, а також масу надземної частини та коренів сої.

Як свідчать результати досліджень, бульбочкові бактерії *N. galegae* 0702, інкубовані тривалий час в умовах дефіциту вологи, сприяли росту й розвитку сої, хоча їхній вплив і не був суттєвим. Водночас штами 0703 і 159 ризобій козлятника не мали стимулювальної дії на формування надземної частини сої проти контролю (неінокульовані рослини). Треба зауважити, що досліджувані нами ризобії козлятника не впливали на розвиток кореневої системи рослин.

Експериментальні дані показали, що за використання ризобій козлятника *N. galegae* 0703 чи 159 у бінарних композиціях з *B. japonicum* 6346, які зазнали впливу дефіциту вологи, спостерігалася незначне збільшення маси коренів рослин сої проти варіанту, де насіння інфікували монокультурою брадиризобій. Водночас усі досліджувані штами мікросимбіонта козлятника у змішаних культурах не впливали на розвиток надземної частини сої. Бульбочкові бактерії сої за тривалого висушування з наступним відновленням культури у разі інокуляції ними насіння сої не виявляли стимулювального ефекту на формування вегетативної маси рослин. Причиною цього може бути зниження темпів розвитку соєво-ризобіального симбіозу (бульбочкоутворення) і рівня азотфіксувальної активності симбіотичної системи, що значною мірою впливає на ріст рослин.

Отже, бульбочкові бактерії козлятника, перебуваючи тривалий час в умовах дефіциту вологи, можуть зберігати біологічну активність, покращуючи розвиток надземної частини й коренів сої, тоді як симбіотичні властивості ризобій сої за дії стресора зазнають змін, на що вказує сповільнення бульбочкоутворення. Спрямованість впливу симбіотичних азотфіксаторів козлятника залежить від штамової приналежності мікроорганізмів.

УДК 633.34:581.557:632.4:632.95

ФІЗІОЛОГІЧНІ ЗМІНИ В РОСЛИНАХ СОЇ ЗА ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ БУЛЬБОЧКОВИМИ БАКТЕРІЯМИ ТА ЗАВЧАСНОЇ ОБРОБКИ ФУНГІЦИДАМИ

А. В. Павлище, П. П. Пухтаєвич, Ю. О. Хоменко

*Інститут фізіології рослин і генетики НАН України
вул. Васильківська, 31/17; м. Київ, 03022, Україна
e-mail: zapadenka2015@gmail.com*

Соє є цінним науковим об'єктом дослідження впливу різних факторів на перебіг фізіологічних процесів у рослинному організмі, що допомагає в розробці нових, ефективних стратегій її вирощування (Писаренко з співавт., 2020; Pospielova et al., 2021). Здатність сої до симбіотичної азотфіксації — одна з основних її біологічних особливостей (Коць з співавт., 2010), яка дозволяє отримувати високі врожаї завдяки інокуляції насіння високоактивними штамми бульбочкових бактерій. Водночас важливим є врахування необхідності застосування фунгіцидів та їхнього впливу на формування й ефективність симбіотичних систем сої з бульбочковими бактеріями. Вивчення впливу фунгіцидів на бобово-ризобіальний симбіоз є перспективним з наукової точки

зору, оскільки в цьому разі йдеться не тільки про їх прямий вплив на рослини або азотфіксувальні мікроорганізми, а й на складну функціональну взаємодію між макро- і мікросимбіонтами. Раніше нами встановлено, що рівень токсичного впливу фунгіцидів на бульбочкові бактерії у чистій культурі залежить від ряду факторів: штаму бактерій, діючої речовини й концентрації протруйника, температури його зберігання та терміну взаємодії з бактеріями (Павлище з співавт., 2019).

Метою роботи було дослідити динаміку схожості насіння, формування вегетативних органів сої, функціонування соєво-ризобіального симбіозу, фотосинтетичної системи та рівень фотосинтетичних пігментів у листках за завчасного протруювання насіння фунгіцидами Февер і Стандак Топ та бактеризації *Bradyrhizobium japonicum* 6346.

Об'єктом дослідження були симбіотичні системи, утворені рослинами сої (*Glycine max* (L.) Merr.) ранньостиглого сорту Алмаз вітчизняної селекції з бульбочковими бактеріями *B. japonicum* 6346 за завчасного протруєння насіння фунгіцидами Февер і Стандак Топ. Застосовували мікробіологічні, фізіологічні, біохімічні методи досліджень.

Показано, що фунгіциди чинять значний інгібуючий вплив на процес утворення бобово-ризобіального симбіозу, знижують інтенсивність фотосинтезу та транспірації, а також хлорофільний індекс на початкових етапах онтогенезу рослин. Негативна дія обох фунгіцидів зменшується із кожним наступним періодом розвитку рослин. Вплив препаратів залежить від діючої речовини протруйника, способу, терміну обробки та умов вирощування сої.

Встановлено, що Февер стимулював схожість насіння, яка перевищувала показники контрольних рослин: від 20 % (на 5-у добу після висіву) до 7 % (на 8-у добу). Стандак Топ дещо пригнічував схожість насіння на 11 % і 13 % (відповідно на 5 і 6-у добу) щодо контрольних рослин із наступним вирівнюванням до

контрольних значень. Фунгіциди за завчасного протруєння насіння позитивно вплинули на накопичення надземної маси й ростові процеси рослин, а також на формування генеративних органів (квіток), що може бути зумовлено як захистом насіння від патогенів, так і можливими змінами у фотосинтетичній активності рослин, які відбуваються за рахунок рістрегуляторної дії певних компонентів хімічних препаратів. Проте протруйники на початкових етапах розвитку рослин (до фази цвітіння) дещо пригнічували формування маси кореня.

Отже, у підсумку проведених досліджень виявлено, що хоча Февер і Стандак Топ пригнічують формування й функціонування бобово-ризобіального симбіозу, проте їхній вплив на саму рослину (схожість насіння, висота рослин, накопичення вегетативної маси), а також здатність рослин на біохімічному рівні адаптуватися до дії стресового чинника (стабілізація рівня фотосинтетичних пігментів у листках) дозволили сформувати урожай насіння сої на рівні або дещо вище від контрольних рослин. Встановлені фізіологічні зміни в рослинному організмі за дії фунгіцидів необхідно враховувати під час вирощування сої за інтенсивною технологією з використанням широкоживаних протруйників для забезпечення ефективного функціонування симбіотичних систем та максимальної реалізації генетичного потенціалу бобових культур.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ШТАМУ АЗОТФІКСУВАЛЬНИХ БАКТЕРІЙ, ВИДІЛЕНОГО З КОРЕНІВ ТРИТИКАЛЕ ЯРОГО

О. О. Шаховніна

Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН

вул. Шевченка, 97; м. Чернігів, 14035, Україна

e-mail: helenshah@ukr.net

Штам азотфіксувальних бактерій *Azospirillum brasilense* 10/1 виділено з відмитих коренів тритикале ярого сорту Оберіг харківський, який відзначався не лише високою активністю нітрогенази, але й найнижчою варіабельністю цього показника за 4 роки досліджень серед сімох досліджуваних сортів. Виділення проводили методом накопичувальних культур, для чого використовували напіврідке безазотне середовище Доберейнер з органічним джерелом енергії — бурштиновою кислотою.

Асоціативний діазотроф *A. brasilense* 10/1 характеризується такими морфолого-культуральними властивостями: добре росте за температури 28–30 °С, рН 6,8–7,6 на агаризованому живильному середовищі такого складу: бурштинова кислота — 2,5 г/л, калію гідроксид — 2 г/л, агар-агар порошковий — 14,0 г/л, картопля — 200 г/л, рН 7,0. Стерилізація — 1 атм., 30 хв. За три доби на картопляному агарі утворюються білі круглі колонії діаметром 3–5 мм. Під час старіння колонії набувають перламутрового блиску й накопичують рожевий пігмент, який не дифундує в середовище. За таких умов культивування *A. brasilense* 10/1 не дисоціює на R- і S-форми. За додавання 0,5 % D-глюкози у середовище утворюють великі білі колонії зі зморшкуватими краями.

На безазотному напіврідкому середовищі Доберейнер спостерігається ріст бактерії у вигляді плівки під поверхнею та активна фіксація молекулярного азоту. Нітрогеназна (ацетиленвід-

новлювальна) активність становить 8,62–0,92 мкг азоту на 1 мл середовища за 1 добу. На агаризованому середовищі Доберейнер утворюються дрібні складчасті колонії, на середовищі Касера — дрібні колонії червоного кольору. Клітини мають форму рухливих, дещо зігнутих паличок розміром $1,0\text{--}1,2 \times 1,8\text{--}2,5$ мкм, грамнегативні.

Досліджувана культура не утворює спор. Під час руху форма клітин S-подібна. Досліджуваний штам є аеробом, але краще розвивається за мікроаерофільних умов. Оптимум росту спостерігається за рН 6,8–7,6 і температури 28–30 °С. Не потребує біотину. Каталазо-оксидазопозитивний. Не розріджує желатину. Молоко з лакмусом не підлюговує і не підкисляє. Пептонізації молока не спостерігається.

Як свідчать дані літератури, в ґрунтах зони помірного клімату з описаних сьогодні видів азоспірил трапляються переважно *A. brasilense* та *A. lipoferum* [21]. Згідно з даними, наведеними у визначнику Берджі, діагностичними ознаками, які дають змогу розмежувати зазначені види, є потреба *A. lipoferum* у біотині та їхня здатність використовувати глюкозу та маніт як єдине джерело вуглецевого живлення, на відміну від *A. brasilense*.

За додавання суспензії клітин досліджуваного штаму *Azospirillum* sp. 10/1 до рідкого середовища з мінеральними солями, бромтимолом і глюкозою з наступним інкубуванням за температури 28 °С упродовж 5 діб було відзначено підвищення оптичної густини розчину (D_{665}) у 4,2 раза та зниження його рН до 6,7. Отже, бактерії *Azospirillum* sp. 10/1 здатні розвиватися за використання глюкози як єдиного джерела вуглецю, що може вказувати на їх належність до виду *A. lipoferum*. Втім, той факт що досліджуваний штам не потребував біотину й не розвивався на середовищі з додаванням маніту може свідчити про його належність до виду *A. brasilense*.

Для уточнення таксономічного положення *Azospirillum* sp. 10/1 здійснювали сиквенс-аналіз генів 16S рРНК зазначеного штаму. За використання універсальних бактеріальних праймерів

одержано продукти ампліфікації розміром ~1500 нуклеотидних пар. Порівняльний аналіз цього фрагменту з аналогічними послідовностями бактерій *A. brasilense* та *A. lipoferum* із бази даних Gen Bank засвідчив, що досліджуваний штам генетично близький до виду *A. brasilense*. Так, ідентичність послідовностей 16S рРНК *Azospirillum* sp. 10/1 з референт-штамами *A. brasilense* досить висока й становить 99,5–99,6 %, тоді як ідентичність з референт-штамами, що належать до виду *A. lipoferum*, не перевищує 96,7 %.

Враховуючи результати молекулярно-генетичного аналізу, досліджуваний штам віднесено до виду *A. brasilense*.

A. brasilense 10/1 депоновано у Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології НАН України за номером В-7317 і захищено патентом України № 104212 як штам бактерій, що може бути біоагентом мікробного препарату для підвищення урожайності зерна тритикале ярого та поліпшення його якості.

Наукове видання

**БІОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ОПТИМІЗАЦІЇ
ПРОДУКЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ
КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН**

***Матеріали Всеукраїнської науково-практичної
онлайн-конференції, присвяченої 60-річчю ІСМАВ НААН
(26–27 жовтня 2021 року, м. Чернігів)***

Технічний редактор

В. О. Агєєв

Коректор

О. В. Ільчук

Комп'ютерна верстка

О. В. Брагинець

Підписано до друку 01.12.2021 р. Формат 60×84/16.

Папір офсетний. Друк цифровий. Гарнітура Times.

Умовн. друк. арк. 10,23. Обл.-вид. арк. 6,98.

Зам. № 21190. 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

