Національна академія аграрних наук України
Інженерно-технологічний інститут "Біотехніка" НААН

Інформаційний бюлетень
ІТІ "Біотехніка" НААН

3

55 РОКІВ ДОСЛІДЖЕНЬ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ІНСТИТУТУ "БІОТЕХНІКА": ДОСЯГНЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ

Збірник матеріалів
міжнародної наукової конференції

22 - 23 вересня 2026 р.
м. Одеса

Національна академія аграрних наук України
Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка»

ІНФОРМАЦІЙНИЙ БЮЛЕТЕНЬ ІТІ «БІОТЕХНІКА» НААН

3

55 років досліджень Інженерно-технологічного інституту «Біотехніка»: досягнення і перспективи

Збірник матеріалів міжнародної наукової конференції

22–23 вересня 2026 року

м. Одеса 2026

The National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
Engineering and Technological Institute «Biotekhnika»

THE INFORMATION BULLETIN OF ETI «BIOTEKHNIKA» OF NAAS

3

Engineering and Technological Institute «Biotekhnika» – 55 Years of Research: Achievements and Prospects

Proceedings of International Scientific Conference

September 22–23, 2026

Odesa, 2026

УДК 632.08, 632.937, 631.14
П 96

55 років досліджень Інженерно-технологічного інституту «Біотехніка»: досягнення і перспективи : зб. матеріалів міжнар. наук. конф. (м. Одеса, 22–23 вересня 2026 р.) [Електронне видання] // Інформаційний бюлетень ІТІ «Біотехніка» НААН № 3. – Одеса, 2026. – 217 с. URL: https://www.biotekhnika.org.ua/uk/repository/library/collection-2026/pdf

ISBN 978-617-8763-44-2

Організаційний комітет:

Голова комітету: Адамчук В. В. (Україна)
Члени комітету: Ромащенко М. І. (Україна)
Янсе Л. А. (Україна)
Настас Т. (Молдова)
Ярошевський В. П. (Україна)
Бельченко В. М. (Україна)
Подмазко І. О. (Україна)

Редакційна колегія:

Нікіпелова О. М.
Барабаш А. Д.
Дундєва І. В.
Соловйова В. Г.
Ярошевська Ю. М.

Матеріали доповідей друкуються в авторській редакції з мінімальною технічною правкою

ISBN 978-617-8763-44-2

© НААН України, ІТІ «Біотехніка» НААН, 2026

UDC 632.08, 632.937, 631.14

Engineering and Technological Institute «Biotekhnika» – 55 Years of Research: Achievements and Prospects : Proceedings of International Scientific Conference (Odesa, September, 22–23, 2026) [Electronic edition] // The Information bulletin of ETI «Biotekhnika» of NAAS № 3. – Odesa, 2026. – 217 p. URL: https://www.biotekhnika.org.ua/uk/repository/library/collection-2026/pdf

ISBN 978-617-8763-44-2

Organizing committee:

Chairman: V. Adamchuk (Ukraine)

Committee members: M. Romashchenko (Ukraine)
L. Yanse (Ukraine)
T. Nastas (Moldova)
V. Yaroshevsky (Ukraine)
V. Belchenko (Ukraine)
I. Podmazko (Ukraine)

Editorial team:

O. Nikipelova
A. Barabash
I. Dundeva
V. Solovyova
Y. Yaroshevska

The conference papers are published in author's edition with minimal technical editing

ISBN 978-617-8763-44-2

© NAAS of Ukraine, ETI «Biotekhnika» of NAAS, 2026

Секція 1: ІНЖЕНЕРНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БІОЛОГІЗАЦІЇ ЗЕМЛЕРОБСТВ

Голова секції: **Булгаков Володимир Михайлович**, д-р техн. наук, проф., академік НААН, Національний університет біоресурсів і природокористування, Україна

Секція 2: МАСОВЕ КУЛЬТИВУВАННЯ І ВИКОРИСТАННЯ ФІТОФАГІВ ТА ЕНТОМОАКАРИФАГІВ

Голова секції: **Маркіна Тетяна Юріївна**, д-р біол. наук, проф., Харківський національний педагогічний університет ім. Г. С. Сковороди, Україна

Секція 3: ВИРОБНИЦТВО ТА ВИКОРИСТАННЯ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ ДЛЯ БІОЛОГІЗАЦІЇ ЗЕМЛЕРОБСТВА

Голова секції: **Нікіпелова Олена Михайлівна**, д-р хім. наук, проф., Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН, Україна

Секція 4: ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ БІОЛОГІЗАЦІЇ ЗЕМЛЕРОБСТВА

Голова секції: **Клечковський Юрій Едуардович**, д-р с.-г. наук, проф., Дослідна станція карантину винограду і плодових культур Інституту захисту рослин НААН, Україна

Section1: ENGINEERING SUPPORT OF AGRICULTURE'S BIOLOGIZATION

Chairman: **Volodymyr Bulgakov**, D.Sc., Prof., Academician, National University of Life and Environmental Sciences, Ukraine

Section 2: PHYTOPHAGES AND ENTOMOACARIPHAGES MASS REARING AND USAGE

Chairman: **Tetiana Markina**, D.Sc., Prof., H. S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University, Ukraine

Section 3: MICROBIAL PREPARATION PRODUCTION FOR BIOLOGIZATION OF AGRICULTURE AND THEIR USAGE

Chairman: **Olena Nikipelova**, D.Sc., Prof., Engineering and Technological Institute «Biotekhnika» of NAAS, Ukraine

Section 4: BIOLOGIZATION OF AGRICULTURE: THEORETICAL AND PRACTICAL ASPECTS

Chairman: **Yurii Klechkovskyi**, D.Sc., Prof., Research station for quarantine of grapes and fruit crops of the Institute of Plant Protection of NAAS, Ukraine

ЗМІСТ

С.

Ярошевський В. П.

Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН: Витоки, сучасність та контури майбутнього……... 12

Секція 1. ІНЖЕНЕРНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БІОЛОГІЗАЦІЇ ЗЕМЛЕРОБСТВА ……. 18

Адамчук В. В., Перепелиця Н. М.

Техніко-технологічне забезпечення екологізації землеробства в Україні…. 18

Бельченко В. М., Булгаков В. М., Піщанська Н. О., Подмазко І. О.

Аналіз сучасних підходів до забезпечення абіотичних факторів……... 23

Беспалов І. М., Нікіпелова О. М., Ярошевська Ю. М., Русакова М. Ю.

Дослідження ключових індикаторів результативності для типової технології періодичної ферментації бактеріальних засобів захисту рослин 26

Доровських В. І., Должикова І. В., Ковальчук Д. А., Троханяк О. М.

Розроблення барботажного біореактора для виробництва мікробних препаратів для захисту рослин на базі парового стерилізатора ВК-75-01…. 30

Загороднюк К. Ю., Ніронович Н. І., Нікіпелова О. М., Загороднюк Ю. В., Скряга А. М., Іващенко Т. Г.

Природний біосорбер як елемент оборотного водопостачання…….. 34

Піщанська Н. О., Бельченко В. М., Подмазко І. О.

Встановлення рівню оптимальних і критичних параметрів для ключових абіотичних та біотичних факторів середовища, що впливають на життєздатність ентомокультур……... 37

Піщанський Є. А.

Modernization and online access to the database *«Interactive Model of Entomoculture Production for Plant Protection»*: data migration stage completed 40

Подмазко І. О., Піщанська Н. О., Бельченко В. М., Подмазко О. С.

Використання рекуперації та утилізації енергії у системах забезпечення абіотичних факторів…… 43

Сташевський В. М.

Системні засади інноваційного розвитку машинно-тракторного парку в контексті екологізації землеробства…….. 47

С.

Чернова І. С.

Методологія проєктування спеціалізованих сільськогосподарських біоінженерних комплексів…… 51

Ярошевський В. П., Беспалов І. М.

Розроблення блочно-модульної структури лабораторного ферментаційного комплексу для реалізації процесно-аналітичної технології у виробництві мікробіологічних засобів захисту рослин…….. 54

Ярошевський В. П., Ясинський С. П., Булгаков В. М.

Оптимізація системи терморегуляції біореактора АФ-0,170…….. 58

Секція 2. МАСОВЕ КУЛЬТИВУВАННЯ І ВИКОРИСТАННЯ ФІТОФАГІВ ТА ЕНТОМОАКАРИФАГІВ …… 62

Барабаш А. Д., Дундєва І. В.

Принципи НАССР у промисловому розведенні комах для виробництва кормів…… 62

Баркар В. П., Голуб Є. А., Звонарьова С. М., Лубяна Л. М., Гурінчик В. Д.

Вплив біофунгіцидів на біологічні показники золотоочки звичайної (*Chrysopa carnea* Steph.) …… 66

Делі О. Ф., Сугак І. М., Мацегора В. В., Петрик О. М., Ужевська С. П.

Видовий склад павуків агроценозів в умовах Південного Степу…….. 70

Гаврилиця Л., Настас Т.

Application of biologically active substances to enhance the vitality of the entomophagous *Trichogramma*…… 74

Гладкая А. А., Настас Т.

Method for attracting and activating natural populations of entomophages and pollinators of *Hymenoptera* order for their field propagation in the agroecosystem…… 78

Глибичук К., Настас Т.

Influence of extracts from the excrements and larvae of *Galleria mellonella* on the host-seeking and oviposition activity of female *Bracon hebetor* (Say, 1836) 81

Маркіна Т. Ю., Чернова І. С.

Нові підходи до застосування комах-інтродуцентів для зниження чисельності амброзії полинолистої (*Ambrosia artemisiifolia* L.)…….. 85

С.

Станкевич С. В.

Сучасний стан виробництва ентомофагів в Україні……. 89

Ужевська С. П., Чернявський О. В., Бурикіна С. І., Жук М. М., Руденко В. А.

Стан герпетобію за різними системами захисту пшениці озимої від шкідників на Одещині……. 94

Секція 3. ВИРОБНИЦТВО ТА ВИКОРИСТАННЯ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ ДЛЯ БІОЛОГІЗАЦІЇ ЗЕМЛЕРОБСТВА …….. 98

Глушаков В. В.

Біотехнологічні аспекти збереження життєздатності *Bacillus amyloliquefaciens* В-22 та *Paenibacillus polymyxa* КВ на гранулах азофоски 98

Гунчак М. В.

Біологічний метод захисту яблуні проти парші…… 101

Заєць С. О., Онуфран Л. І., Паращук Б. С.

Ефективність біологічного захисту ріпаку озимого від основних шкідників…… 105

Коваленко О. О., Нікіпелова О. М.

Перспективи застосування сорбентів на основі біочару для доочищення стічних вод виробництва мікробних біопрепаратів……. 109

Лобан Л. Л., Ольшевська Л. В., Скидан Л. В.

Об’єкти досліджень для оцінки впливу лабораторних ентомокультур на змінення властивостей продуцентів мікробних препаратів для захисту рослин…… 113

Онищенко О. І., Семененко І. І., Семененко С. В., Чаюк О. О.

Розроблення методу оздоровлення посівного матеріалу овочевих рослин від грибних і бактеріальних хвороб……... 118

Патика М. В., Патика Т. І.

Принципи спрямованого конструювання полімікробних систем із використанням синергічної комплементарності ґрунтового мікробіому….. 122

Пиляк Н. В.

Дослідження міжштамового антагонізму асоціації мікроорганізмів з нематоцидною активністю…….. 125

С.

Семененко С. В., Романов В. О.

Ефективність систем оптимізації живлення батату за використання мікробних препаратів…….. 128

Сергієнко В. Г., Сергієнко Ю. П., Тищук О. П., Титова Л. В.

Вплив біопрепаратів на розвиток рослин та ураженість сої хворобами…… 132

Худенко О. В., Козар С. Ф.

Якість і лежкість капусти білоголової за застосування *Azotobacter chroococcum* 2.1…… 136

Секція 4. ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ БІОЛОГІЗАЦІЇ ЗЕМЛЕРОБСТВА …… 140

Васильєва Ю. В., Середа В. А.

Ентомофаги бобової попелиці на квасолі та вігні як чинник біологізації захисту рослин…… 140

Волощук Л.

The role of biopesticides in strengthening the «One health» concept……... 144

Донченко О. О.

Здатність ендофітного гриба *Phoma betae* 2015 продукувати фітогормональні речовини цитокінінової природи…….. 147

Дибкова С. М., Гончарук О. В., Грузіна Т. Г., Рєзніченко Л. С., Подольська В. І., Якубенко Л. М., Войтенко О. Ю., Грищенко Н. І., Ульберг З. Р.

Наночастинки металів як ефективні агрохімічні засоби захисту рослин….. 150

Гож О. А., Лавриненко Ю. О., Марченко Т. Ю.

Ефективність біопрепаратів у вирощуванні органічної кукурудзи за краплинного зрошення…… 153

Гулич О. І., Булгакова О. В.

Теоретично-методологічні засади оцінювання ефективності застосування біологічного методу захисту рослин…….. 157

Іордосопол О., Батку М.

Complex of beneficial arrhopods on american ash (*Fraxinus pennsylvanica* Marshall) in the climatic conditions of Republica Moldova……. 161

Калюжна М. О.

From individual natural enemies to functional agroecosystem networks: recent research directions and priorities for Ukraine…… 164

С.

Пархоменко М. М.

Біологізація систем удобрення культур у короткоротаційних сівозмінах Полісся за поєднання сидерації та мікробних препаратів…….. 168

Соломійчук М. П., Гаврилюк А. Т.

Ефективність біологічних систем захисту картоплі за контролю шкідників та хвороб……... 171

Ткаленко Г. М., Барабаш А. Д., Дундєва І. В.

Основні шкідники у посівах селери за сучасних умов господарювання….. 177

Ткаленко Ю. О.

Cabbage whitefly in Ukraine: distribution, developmental features, and population control…….. 181

Чернова І. С.

Наукові підходи щодо розробки експертних систем для біологічного захисту рослин……. 185

Ярмак Ю. М.

Здатність грибів *Cladosporium cladosporioides* продукувати біологічно активні речовини, які позитивно впливають на урожайність сої 187

Анотації тез доповідей…….. 190

Abstracts…….. 201

Алфавітний покажчик авторів…….. 211

Alphabetical Index of Authors…….. 212

Перелік організацій – учасників конференції……. 213

Participating Institutions List…… 215

УДК 632.08, 632.9

ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ «БІОТЕХНІКА» НААН: ВИТОКИ, СУЧАСНІСТЬ ТА КОНТУРИ МАЙБУТНЬОГО

Ярошевський В. П., кандидат технічних наук

wladscience@gmail.com

Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН, Україна

В огляді окреслено головні віхи становлення і розвитку Інженерно-технологічного інституту «Біотехніка» у XX–XXI ст. Наведено наукові розробки інституту, що мали суттєвий вплив на становлення сільськогосподарської науки. Описано сучасний стан установи та перспективи її розвитку.

Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН (ІТІ «Біотехніка» НААН) – єдина в Україні наукова установа, що реалізує весь спектр досліджень, пов'язаних з біологічним методом захисту рослин. Інститут успішно розв'язує інженерні питання, пов'язані з розробленням спеціалізованого обладнання для масового розведення комах-агентів біозахисту, а також ферментаційного обладнання, призначеного для виробництва мікробних препаратів для захисту рослин. Біологічний напрям досліджень установи присвячений створенню нових препаратів на основі живих організмів та визначенню їх ефективності в різних умовах. Технологічні аспекти діяльності пов'язані з розробленням технологій масового розведення ентомоакарифагів та фітофагів, лабораторних та промислових технологій виробництва мікробних препаратів, а також технологій біологізації вирощування різних сільськогосподарських культур.

Історія Інституту налічує 55 років і розпочалася 17 листопада 1971 р. зі створення Одеського філіала Науково-виробничого об'єднання «Агроприлад» (ОФ НВО «Агроприлад»), що займалося галузевим приладобудуванням, механізацією та автоматизацією процесів сільськогосподарського виробництва. Установа стрімко розвивалася, і вже 1981 р. її було перетворено в Одеське спеціальне конструкторське, проєктне й технологічне бюро з дослідним виробництвом ОСКПТБ ДВ НВО «Агроприлад», до якого приєднали Миколаївський відділ «Агроприладу». На той час це була повноцінна науково-конструкторська установа з чисельним колективом інженерів і дослідників, що налічував близько 450 співробітників. Бюро розробляло до 100 одиниць новітнього обладнання щороку.

Усередині 1970-х років у м. Балта Одеської області було створено експериментально-виробничий завод, який забезпечував випуск продукції «Агроприладу» у промислових масштабах. Створенням і перевіркою

функціональності експериментальних зразків нового обладнання в Одесі займався відділ експериментальної техніки.

6 жовтня 1987 р. бюро стало Всесоюзним науково-дослідним, конструкторським, проєктно-технологічним інженерним центром «Біотехніка» (ВНДЦ «Біотехніка») – потужною науковою установою, основними завданнями якої було проведення всебічних досліджень, пов'язаних зі створенням біологічних засобів захисту рослин на основі живих організмів – хижих комах та мікроорганізмів. Також «Біотехніка» розробляла технології промислового виробництва біологічних засобів захисту рослин та створювала відповідне технічне забезпечення, необхідне для їх реалізації.

24 червня 1992 р. «Біотехніка» перетворилася на біотехнологічний інститут та увійшла до складу Української академії аграрних наук. Нова структура об'єднала дослідні біолабораторії, розташовані на території Одеської області, що відкрило шлях для впровадження розробок безпосередньо у виробництво. Розширилося й поле наукової діяльності інституту: було утворено наукові підрозділи, орієнтовані на розведення комах та мікроорганізмів, а також практичне застосування біозасобів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур.

Свою сучасну назву Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН отримав 7 вересня 2010 р. З того часу й донині Інститут поєднує інженерні, біологічні та агрономічні складові, необхідні для створення технологій та обладнання для виробництва мікробних і ентомологічних препаратів, а також їх застосування. Програми наукових досліджень, які виконує установа, мають комплексний характер та вирішують теоретичні і практичні питання на стику різних наукових дисциплін.

За 55 років досліджень в ІТІ «Біотехніка» було створено чимало розробок, які мали суттєвий вплив на розвиток сільськогосподарської науки, а деякі з них не мали аналогів у світі. Історія діяльності установи у XX ст. ознаменувалася розробленням спеціалізованого обладнання для проведення експериментів у галузі ветеринарії, рослинництва, ентомології тощо. В Інституті було сконструйовано серію спеціалізованих кліматичних камер для дослідження сільськогосподарських тварин (зоотрон), рослин (фітотрон) та комах (інсектрон). Спеціалісти виготовили десятки зоотронів для дослідження великих, середніх та малих тварин. Найбільший зоотрон був розрахований на одночасне утримання п'ятьох корів. Один з фітотронів інституту (вегетаційна камера) розроблявся для проведення досліджень в умовах космічної невагомості.

Фахівці Інституту розробили обладнання для виробництва ентомологічних та мікробних препаратів для захисту рослин. Зокрема, створено комплекти обладнання для масового розведення хижих комах та фітофагів (трихограми, подизуса, криптолемуса, капустяної та бавовняної совок тощо). Також розроблено технологічне устаткування для напрацювання мікробних препаратів у регіональних біолабораторіях на базі промислових мікробіологічних качалок КПМ 36/90 (рис. 1а), які й досі залишаються

основним обладнанням багатьох біолабораторій. Окремим досягненням став механізований комплект обладнання для виробництва бактороденциду (рис. 1б) – мікробного родентициду на основі культури *Salmonella enteritidis var. Issatschenko*.



а



б

Рисунок 1 – Технологічне обладнання для виробництва мікробних препаратів, розроблене ІТІ «Біотехніка» НААН:
а – промислова качалка підвісна мікробіологічна КПМ 36/90 (А.с. SU 1711960);
б – струшувач для розмноження *S. enteritidis var. Issatschenko* на зерні

У XXI ст. в ІТІ «Біотехніка» було продовжено дослідження і розробки, незважаючи на значне скорочення штату та зміну місця розташування установи з м. Одеса у с-ще Хліободарське Одеської обл. З 2000 р. в Інституті було отримано унікальні наукові та технічні результати в технологіях виробництва біопрепаратів на основі живих організмів для захисту рослин, частина з яких не має аналогів у світі.

Створено унікальне обладнання для виробництва ентомологічних препаратів на основі технологій масового розведення ентомоакарифагів та фітофагів. За модульним принципом сконструйовано комплекти обладнання для розведення:

- трихограми (*Trichogramma spp.*) та її хазяїна – зернової молі (*Sitotroga cerealella*) продуктивністю 6 кг/цикл (рис. 2а);
- бракона (*Bracon hebetor*) та його хазяїна – великої воскової молі (*Galleria mellonella*) продуктивністю 28 тис. лялечок хижака за добу;
- золотоочки (*Chrysoperla carnea*) продуктивністю 250 тис. яєць хижака за добу (рис. 2б).



а б

Рисунок 2 – Технологічне обладнання для виробництва ентомологічних препаратів, розроблене ІТІ «Біотехніка» НААН:
а – модульний комплект обладнання для виробництва трихограми (пат. UA 22011, 26722, 107090);
б – модульний комплект обладнання для виробництва золотоочки (пат. UA 30842)

Розроблено спеціалізоване ферментаційне обладнання для виробництва мікробних препаратів в умовах регіональних біолабораторій та біофабрик:

- ферментаційні установки барботажного типу БАК-1 і БАК-2 для виробництва препаратів у рідкій формі (до 100 дм^3/цикл) та у вигляді зернової принади – бактороденциду (100 кг/цикл);
- тонкостінні ферментаційні комплекси – автоматизовані технологічні лінії для виробництва мікробних препаратів у рідкій товарній формі КФМ-420 продуктивністю 100–420 дм^3/цикл (рис. 3а), ФУ-500 – 125–500 дм^3/цикл;
- дослідно-промислова ферментаційна установка ДПФУ-330 на базі ферментерів-стерилізаторів типу АФ продуктивністю 130–330 дм^3/цикл (рис. 3б).



а б

Рисунок 3 – Спеціалізоване ферментаційне обладнання для виробництва мікробних препаратів, розроблене ІТІ «Біотехніка» НААН:
а – тонкостінний ферментаційний комплекс КФМ-420 (пат. UA 108123, 143007, 150020);
б – дослідно-промислова ферментаційна установка ДПФУ-330 (пат. UA 148369, 150021)

В інституті зберігається Колекція промислово цінних культур мікроорганізмів для біологізації землеробства – унікальний науковий об'єкт, що з 2022 р. має статус національного надбання України. До складу колекції входять 134 штами з фунгіцидними, інсектицидними, нематоцидними, родентицидними властивостями, а також фітопатогени. Колекційні штами є основою як для виробництва відомих засобів біологічної боротьби зі шкідливими організмами, так і для створення нових біопрепаратів.

Так було створено нові мікробні препарати для захисту рослин від шкідників і хвороб на основі монокультур (Флуорисцин БТ, Леканіцилін БТ, Ампеломіцин БТ та ін.) та розроблено технології їх виробництва. Створено технологію виробництва комплексних мікробних препаратів на основі асоціацій мікроорганізмів за спільного культивування на одному поживному середовищі (Трихопсин БТ, Біодеструктор БТ, Вітастим БТ, Біогіпервіт БТ тощо), що дозволяє розширювати спектр дії препаратів, поєднуючи можливості різних агентів біозахисту. Остання розробка в цьому плані – препарат 2025 р. Диактоверм БТ, що має інсекто-фунгіцидні властивості завдяки синергічній дії стрептоміцетів (*Streptomyces avermitilis*) та бактерій (*Pseudomonas aureofaciens*).

На базі ІТІ «Біотехніка» НААН функціонує Центр маточних культур комах – унікальна ентомологічна колекція, що налічує 20 культур ентомофагів, акарифагів та фітофагів. Основним призначенням Центру є забезпечення життєздатності та природних адаптаційних властивостей комах, що використовуються в біолабораторіях під час виробництва ентомологічних засобів захисту рослин. Для їхнього вирощування, формування, оптимізації та стандартизації розроблено відповідне методичне й технологічне забезпечення.

Інститут є головною науковою установою в Програмах наукових досліджень НААН, спрямованих на розроблення засобів біологізації землеробства, а також технологій і обладнання для їх виробництва та застосування. У 2026 р. було розпочато п'ятирічну програму досліджень ПНД 10 «Біотехнічні системи», основним принципом якої є комплексний підхід до виконання наукових робіт.

Розвиток сільського господарства сьогодні дедалі більше орієнтується на екологізацію виробництва, зокрема на біологізовані системи захисту рослин. Європейський зелений курс передбачає зниження використання хімічних пестицидів на 25 % до 2030 р. і заміщення цього сегменту препаратами біологічного походження. Відповідно, потреба в технологіях промислового виробництва ефективних мікробних та ентомологічних препаратів для захисту рослин стає дедалі нагальнішою. ІТІ «Біотехніка» НААН має потужний потенціал для вирішення цієї проблеми, який виражений насамперед в унікальних спеціалістах, що мають досвід розроблення технологій і обладнання на стику інженерної, біологічної та сільськогосподарської наук. Накопичені за 55 років знання та досвід можуть і мають бути реалізовані у повоєнному відновленні нашої країни та виході на світові ринки.

Перелік посилань

1. Біоінженерія в екологізації сільськогосподарського виробництва України / за заг. ред. В. І. Крутякової. Київ: Аграрна наука, 2021. 116 с.

2. Крутякова В. І., Беспалов І. М., Молчанова О. Д., Лобан Л. Л. Інженерно-технологічні інновації у виробництві ентомологічних та мікробіологічних засобів захисту рослин: монографія. Одеса: ПП «Фенікс», 2017. 196 с.

3. Системи виробництва і застосування засобів біологізації землеробства: монографія. Київ: Аграрна наука, 2022. 406 с.

4. Ярошевський В. П. Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН: історія та сучасність. *Біологічний метод захисту рослин: досягнення і перспективи*: матеріали II міжнар. наук. конф. (Хлібодарське, 24–25 вересня 2025 р.). Інформаційний бюлетень ІТІ «Біотехніка» НААН № 2. Одеса: ПП «Фенікс», 2025. С. 13–17.

ENGINEERING AND TECHNOLOGICAL INSTITUTE «BIOTEKHNIKA» OF NAAS: ORIGINS, PRESENT DAY AND OUTLINES OF FUTURE

V. Yaroshevsky, PhD

wladscience@gmail.com

Engineering and Technological Institute «Biotekhnika» of NAAS, Ukraine

The review outlines the key milestones in the establishment and development of the Engineering and Technological Institute «Biotekhnika» of NAAS in the 20th and 21st centuries. It details the institute's scientific research, which has had a significant impact on the development of agricultural science. The institution current state and its prospects for future development are described.

СЕКЦІЯ 1
ІНЖЕНЕРНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БІОЛОГІЗАЦІЇ ЗЕМЛЕРОБСТВА

УДК 631.3

ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ ЗЕМЛЕРОБСТВА В УКРАЇНІ

Адамчук В. В., доктор технічних наук, професор, академік НААН України;
Перепелиця Н. М., кандидат економічних наук, старший науковий співробітник

nat.tal.y@ukr.net

Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН, Україна

Систематизовано сучасні техніко-технологічні рішення для екологізації землеробства та обґрунтовано їхню функціональну роль у відновленні родючості ґрунтів, збереженні їхніх агрофізичних властивостей і реалізації екологічно безпечних технологій вирощування сільськогосподарських культур. Запропоновано структуру системи техніко-технологічного забезпечення екологізації землеробства та визначено перспективні напрями її розвитку на основі цифровізації, роботизації та інтеграції технологій точного землеробства.

Найважливіший напрям у вирішенні завдання сталого розвитку вітчизняного АПК – забезпечення відтворення природної родючості ґрунтів завдяки екологізації землеробства, яка передбачає комплекс заходів із запобігання їхньої ерозії та деградації, результативне використання природних умов і базується на раціональному застосуванні систем обробітку ґрунту, удобрення, захисту рослин та інших агротехнічних заходів, що забезпечують виробництво продукції рослинництва з мінімальним антропогенним навантаженням на довкілля [1].

За екологізації землеробства першочерговими стають питання забезпечення балансу поживних речовин у ґрунті. Це особливо актуально в умовах відсутності органічних добрив, а також боротьба з хворобами рослин як на етапі підготовки насіння сільськогосподарських культур до сівби, так і на всіх етапах розвитку рослин, а також боротьба з бур’янами.

Реалізація зазначених принципів екологізації землеробства неможлива без відповідного техніко-технологічного забезпечення, яке охоплює комплекс взаємопов'язаних технологій і технічних засобів. При цьому ефективність екологічно орієнтованих агротехнологій визначається не окремими технічними рішеннями, а їхнім узгодженим функціонуванням у межах єдиної системи, спрямованої на відтворення родючості ґрунтів та екологічно безпечний захист рослин. Це зумовлює потребу систематизації наявних технологічних підходів і технічних засобів за їхнім функціональним призначенням.

В основу розробленої нами системи техніко-технологічного забезпечення екологізації землеробства, наведеної в табл. 1, покладено функціональний принцип, згідно з яким агротехнічні заходи з екологізації згруповано за напрямами, структуровано за технологічними прийомами та технічними засобами для їхньої реалізації. Така систематизація дає змогу нам здійснити аналіз сучасного рівня технічного забезпечення екологізації землеробства, можливостей та перешкод, які заважають вітчизняним аграріям розвиватися в цьому напрямі.

Таблиця 1 – Система техніко-технологічного забезпечення екологізації землеробства

Екологізація землеробства		
Напрями агротехнічних заходів	**Технологічні прийоми**	**Технічні засоби (рішення)**
Відновлення родючості ґрунту	застосування сидеральних культур	– модульне обладнання для висіву сидеральних культур; – комбіновані ґрунтообробні агрегати з одночасним висівом сидеральних культур
	компостування органічних відходів	– компостувальні комплекси; – змішувачі; – аератори
	внесення органічних добрив	– машини для внесення органічних добрив
	управління рослинними рештками	– подрібнювачі; – розподільники
Збереження агрофізичного стану ґрунтів	мінімальний обробіток ґрунту	– культиватори; – дискатори; – культиватори для мілкого обробітку ґрунту
	вертикальний обробіток ґрунту	– комплекс машин для вертикального обробітку ґрунту
	контроль ущільнення ґрунту	– глибокорозпушувачі; – диско-чизелі; – чизелі-глибокорозпушувачі; – трактори на гусеничному ходу; – шини низького тиску; – комбіновані ходові системи; – автономні енергетичні засоби

Кінець таблиці 1

Напрями агротехнічних заходів	**Технологічні прийоми**	**Технічні засоби (рішення)**
Екологічно безпечні прийоми захисту рослин	біологічний захист рослин від шкідників	– технічні засоби для внесення біопрепаратів
	передпосівна обробка насіння	– електросепарація; – обладнання для знезараження електрофізичними та термічними імпульсами
	контроль бур'янів	– механічні робочі органи; – електроімпульсні установки; – установки термічної дії

Запропонована система демонструє, що екологізація землеробства забезпечується не окремими машинами чи технологіями, а сукупністю взаємопов'язаних агротехнічних заходів, реалізація яких потребує відповідного комплексу технічних засобів. Кожен із функціональних напрямів системи спрямований на вирішення конкретних екологічних проблем агровиробництва, а їхнє комплексне застосування формує передумови для переходу до сталих моделей землекористування.

За екологізації землеробства у вирішенні проблеми відновлення родючості ґрунту першочерговими стають питання забезпечення балансу поживних речовин. Потреба поповнення їхнього запасу в умовах відсутності органічних добрив призводить до потреби більш широкого застосування сидеральних культур. Їхнє застосування передбачає розсівання насіння сидеральних культур із використанням машин начіпного типу для внесення мінеральних добрив і сівби сидеральних культур і, за потреби, заробляння їх в ґрунт. Більш сучасні підходи передбачають установку на ґрунтообробних знаряддях пристроїв для розсівання сидератів і загортання їх в ґрунт.

В обробітку ґрунту головним завданням досліджень у напрямі екологізації є розроблення та впровадження машинних технологій нового покоління, які дадуть змогу запобігти подальшій деградації ґрунтів, відновити біологічну та екологічну рівновагу в природі, забезпечать зменшення питомих витрат усіх видів ресурсів на виробництво продукції, підвищення її якості та безпеки.

Актуальною проблемою, яку потрібно розв'язати для екологізації землеробства, є ущільнення ґрунту внаслідок руху полем важкої техніки, що руйнує структуру орного шару, негативно впливає на його здатність утримувати потрібні для росту рослин вологу, поживні речовини та повітря, що призводить до зниження родючості ґрунтів. Маса тракторів, які вже сьогодні працюють в аграрних підприємствах, перевищує 20 т, а використання таких тракторів призводить до ущільнення ґрунту та зменшення врожайності сільськогосподарських культур на ділянках, якими пройшли ходові системи, на 10–15 %. Щоб повернутися до парку менш потужних агрегатів, зменшити

навантаження на ґрунт та знизити витрати на робочу силу, потрібно розробити машинно-тракторні агрегати, сільськогосподарські машини яких будуть обладнані приводними ходовими колесами. Таке рішення вважається найбільш перспективним, водночас іде пошук інших рішень. Зокрема, зменшити ущільнення ґрунту можна завдяки переходу від колісних тракторів до гусеничних, використанню шин із низьким тиском або комбінованих ходових систем [2].

Українськими науковцями вже частково створено технологічне підґрунтя та відповідні технічні засоби для адаптації екологічно безпечних практик у сільськогосподарське виробництво. Здійснюються подальші дослідження за актуальними напрямами розвитку техніко-технологічної бази екологізації землеробства.

Важливою складовою поширення екологоорієнтованих практик є цифровізація землеробства, яка передбачає широке застосування систем моніторингу стану посівів і ґрунтів, засобів дистанційного зондування, елементів машинного зору та автоматизованого управління технологічними процесами. Використання таких технологій забезпечує отримання оперативної інформації про просторову неоднорідність агроценозів та створює передумови для диференційованого виконання технологічних операцій, зокрема внесення добрив, догляду за посівами та застосування засобів захисту рослин.

Сучасні тенденції передбачають упровадження автономних енергетичних засобів, роботів, оснащених засобами навігації, технічного зору та штучного інтелекту, що дає змогу підвищити точність виконання технологічних операцій, мінімізувати використання агрохімікатів і зменшити техногенне навантаження на довкілля.

Перспективними для розроблення є технології термічного та електрофізичного контролю бур’янів, застосування біологічних препаратів для захисту рослин і стимулювання їхнього росту, а також використання електрофізичних методів передпосівної обробки насіння.

Отже, перспективний розвиток системи техніко-технологічного забезпечення екологізації землеробства пов’язаний з інтеграцією цифрових, роботизованих, біологізованих та ґрунтозахисних технологій, що забезпечують підвищення ефективності використання природних ресурсів і створюють передумови для реалізації засад сталого агровиробництва.

Перелік посилань

1. Грицишин М. І., Перепелиця Н. М. Екологізація землеробства і проблеми її технічного забезпечення. *Механізація та електрифікація сільського господарства*: загальнодерж. зб. / ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2019. Вип. 9 (108). С. 175–180.

2. Адамчук В. В., Перепелиця Н. М., Грицишин М. І. Інтелектуальне сільське господарство – детермінант інноваційного розвитку технічного забезпечення агропромислового виробництва. *Вісник аграрної науки*. 2026. Т. 104, № 2 (875). С. 42–51.

TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL SUPPORT FOR THE ECOLOGIZATION OF AGRICULTURE IN UKRAINE

V. Adamchuk, D.Sc., Prof., Academician;
N. Perepelytsia, PhD, Sr. Research Scientist

nat.tal.y@ukr.net

Institute of Mechanics and Automatics of Agroindustrial Production of NAAS, Ukraine

This paper systematizes modern technical and technological solutions for the greening of agriculture and substantiates their functional role in restoring soil fertility, preserving soil's agrophysical properties, and implementing environmentally safe crop cultivation technologies. A framework for the technical and technological support of the greening of agriculture is proposed, and promising directions for its development are identified based on digitalization, robotization, and the integration of precision farming technologies.

УДК 632.08:628.84

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АБІОТИЧНИХ ФАКТОРІВ

Бельченко В. М.[1], кандидат технічних наук;
Булгаков В. М.[2], доктор технічних наук, професор, академік НААН України;
Піщанська Н. О.[1], кандидат технічних наук;
Подмазко І. О.[1], кандидат технічних наук

pishchanskay@gmail.com

[1]***Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН, Україна;***
[2]***Національний університет біоресурсів і природокористування, Україна***

Визначено цілі адаптивних технологій. Сформовано основні елементи адаптивних технологій та вимоги до них. Показано переваги адаптивних технологій та виділено обмеження їхнього використання.

Сучасні технології вирощування ентомологічних культур активно розвиваються у відповідь на зростаючу потребу у біологічних препаратах, ентомофагах та альтернативних джерелах білка. Утримання та розмноження комах у контрольованих умовах потребує точного регулювання абіотичних факторів, таких як температура, вологість, освітлення, вентиляція та склад повітря. Адаптивні технології, які імітують природні умови існування: інноваційний підхід в ентомології, що передбачає наслідування принципів і процесів, які сформувала природа, з метою створення ефективних, адаптивних і сталих технічних рішень [1, 2].

Цілі адаптивних технологій:

- підвищити біологічну ефективність комах: розвиток, виживаність, фертильність;
- створити екологічно стійке середовище без надлишкового використання ресурсів.

Елементи адаптивних технологій:

1. Мікроклімат

- замість суворого клімат-контролю – динамічна система, що імітує денні/нічні коливання температури, вологості, освітлення [3];
- вентиляція відтворює природну циркуляцію повітря (наприклад, тепловий конвекційний потік).

2. Освітлення

- використання світильників, які імітують сонячний спектр [4];
- імітація природного фотоперіоду: схід/захід сонця, сутінки.

3. Субстрат

- замість однорідної маси – багатошарова або структурована підстилка, яка повторює природне середовище (ґрунт, опале листя, деревина).

4. Акустика і вібрації

Деякі комахи реагують на звукові коливання, мікровібрації, тому в моделях середовища враховується відсутність «шумового забруднення» або, навпаки, створення акустичних стимулів для активації біоритмів.

5. Швидкість повітряних мас

Урахування швидкості навколишнього повітря, яке буде складатися із швидкості надходження вентиляційного повітря із імітацією природного повітряного руху.

Таблиця 1 – Переваги адаптивних технологій

Перевага	**Пояснення**
Зниження енергозатрат	використання енергоефективного обладнанння
Підвищення життєздатності	менше стресу → вища фертильність, виживаність, рівномірний розвиток
Саморегуляція	менше потреби в жорсткому контролі параметрів
Екологічність	менше використання хімії, менше відходів

Обмеження використання адаптивних технологій:

- висока складність моделювання: необхідно глибоко розуміти екологію кожного виду;
- індивідуальний підхід: середовища для різних типів комах будуть радикально різними;
- технічна складність реалізації: потрібне точне зональне управління, нестандартне обладнання;
- висока початкова вартість – модульні біоміметичні ферми або автоматизовані «біобокси» коштують більше за звичайні камери.

Адаптивні технології – це перспективний напрям у сталому ентомологічному виробництві, який дозволяє оптимізувати умови утримання комах на основі природних аналогів, зменшити навантаження на інженерні системи, забезпечити високу біологічну якість популяцій без жорстких інтервенцій.

Це підхід майбутнього, який поєднує біологію, інженерію та екологію для створення ефективних систем вирощування.

Перелік посилань

1. Jansen J., Leushuis R. J., Van Kilsdonk J., Schmitt E. H., Dijkshoorn J. Climate control system for insect farming. WO2019125163A1. French Patent Office. 21.12.2018.

2. Мороз О. В. Оптимізація системи культивування комах: абіотичні параметри техноценозу: дис. канд. біол. наук / Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2020. 215 с.

3. Bulgakov V., Belchenko V., Pishchanska N., Krutyakova V., Dubrovina O., Trokhaniak O. Design development of a new unit for cassette-free breeding of grain moths in the production of trichograms for plant protection. *International Scientific Journals of Scientific Technical Union of Mechanical Engineering «Industry 4.0». International Scientific Journal Mechanization In Agriculture Conserving Of The Resources* 26 – 29.06.2024, Varna, Bulgaria P. 17–19.

4. Pishchanska N., Belchenko V., Podmazko O. Analysis of the factors that determine the conditions for the construction of a thermodynamic model in the design of a system for providing hygrothermal conditions for growing insects. *Plant Protection – Achievements and Perspectives*: Proceedings of Scientific International Symposium (Chisinau, Republic of Moldova, 2–3 October 2023). Information Bulletin EPRS/IOBC Section 58. Chisinau, 2023. P. 207–212.

ANALYSIS OF MODERN APPROACHES TO MANAGING ABIOTIC FACTORS

V. Belchenko[1], PhD;
V. Bulgakov[2], D.Sc., Prof., Academician;
N. Pishchanska[1], PhD;
I. Podmazko[1], PhD

pishchanskay@gmail.com

[1]***Engineering and Technological Institute «Biotekhnika» of NAAS, Ukraine;***
[2]***National University of Life and Environmental Sciences, Ukraine***

The goals of adaptive technologies have been defined. The key elements of adaptive technologies and the requirements for them have been outlined. The advantages of adaptive technologies are demonstrated, and the limitations on their use are highlighted.

УДК 632.08:602.4

ДОСЛІДЖЕННЯ КЛЮЧОВИХ ІНДИКАТОРІВ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ ДЛЯ ТИПОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРІОДИЧНОЇ ФЕРМЕНТАЦІЇ БАКТЕРІАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ РОСЛИН

Беспалов І. М.[1], кандидат технічних наук;
Нікіпелова О. М.[1], доктор хімічних наук, професор;
Ярошевська Ю. М.[1];
Русакова М. Ю.[2], кандидат біологічних наук, доцент

inbesp@gmail.com

[1]*Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН, Україна;*
[2]*Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова, Україна*

Як ключові індикатори результативності (далі – КІР) обрано та досліджено загальну концентрацію клітин (далі – ЗКК) у культуральній рідині через вимірювання оптичної щільності її зразків на універсальному мікропланшетному спектрофотометрі uQuant Bio-Tek з персональним комп'ютером і програмним забезпеченням BioTek Gen5 у ближньому інфрачервоному діапазоні спектру.

Виробництво бактеріальних препаратів для захисту рослин в Україні переважно здійснюється на малих підприємствах за технологією періодичної ферментації із використанням такого устаткування: біореактори до 5 дм^3 на качалках; тонкостінні біореактори до 300 дм^3 з барбатажним або циркуляційним перемішуванням; класичні ферментери високого тиску з механічними мішалками. Проведено узагальнення типових технологій виробництва бактеріальних препаратів. Приклад однієї з технологій на качалках показано на рис. 1.



Рисунок 1 – Типова схема технологічних операцій з виробництва препаратів на основі бактерій родів *Bacillus* та *Pseudomonas* на качалці КПМ 36/90

Аналіз існуючих систем контролю та керування свідчить про відсутність автоматизованого керування процесом в режимі реального часу (за виключенням температури, тиску та деяких допоміжних параметрів). Параметри технології та якості продуктів визначаються періодично в режимі Of-line. Переважно це мікробіологічні методи визначення титру мікроорганізмів, титру життєздатних клітин, чистоти культури на різних стадіях за допомогою приладів: камери Горяєва, мікроскопу, висіву на поживне середовище та ін.

Для вирішення означених проблем у роботі запропоновано відому методологію – процесно-аналітичну технологію, яка дозволяє своєчасно коригувати параметри процесу, забезпечує хорошу і стабільну якість продукції, а також скорочує загальний час виробництва [1, 2]. Її реалізація починається з визначення критичних показників якості (далі – КПЯ) кінцевого продукту та відповідних КІР проміжних етапів технологічного процесу. Далі визначаються вхідні та початкові показники процесу на кожному етапі у вигляді критичних параметрів процесу (далі – КПП), критичних показників матеріалу (далі – КПМ). КПП та КПМ – це вхідні параметри конкретного етапу технологічного процесу та його матеріалів або сировини, зміни яких впливають на КІР і тому повинні контролюватися або регулюватися для забезпечення необхідної якості в даному процесі.

В роботі визначено, що основний вплив на КПЯ бактеріальних засобів захисту рослин відбувається на етапі виробничої ферментації ТП2 (рис. 1), тому його КІР і відповідні КПП, а також КПМ, отримані з попередніх етапів, підлягають моніторингу або контролюванню. Відомо багато параметрів КПП, що описують або моделюють ферментаційний процес. Вибір їх буде проводитись за критеріями можливості технічної реалізації та економічної доцільності в умовах малотоннажного виробництва препаратів та включає наступні основні параметри: щільність посівної культури та тривалість культивування; для культуральної рідини: оптичну щільність, електропровідність, окисно-відновний потенціал, оптичну мутність (нефелометрія і турбідиметрія). Показано, що такі параметри, як температура, pH, розчинений кисень, параметри перемішування та аерації, можна надійно контролювати в межах проєктного простору виробничого процесу, що дозволяє знизити їхній статус з КПП до так званого нормативного параметра процесу НПП (Key Process Parameter).

КІР – це показники, що відображають результати реалізації різних стадій мікробіологічного виробництва. Вони застосовуються для стандартизації умов протікання технологічних процесів, що сприяє отриманню гарантованого результату на кожній стадії виробництва. У перспективі забезпечення фіксованих значень КІР в автоматизованому режимі дозволить контролювати якість реалізації кожної стадії виробництва.

Вимірювання є першим кроком, який веде до контролю і, зрештою, до вдосконалення процесу. Якщо щось неможливо зрозуміти, то це не можна контролювати, а якщо не можна контролювати, то не можна й вдосконалити.

Тому визначення КІР безпосередньо пов'язано з обґрунтуванням методик і створенням діючих інструментів для вимірювання обраних параметрів.

Як КІР на даний час обрано та досліджено ЗКК у культуральній рідині через вимірювання оптичної щільності її зразків на універсальному мікропланшетному спектрофотометрі uQuant Bio-Tek з персональним комп'ютером і програмним забезпеченням BioTek Gen5 у ближньому інфрачервоному (далі – БІЧ) діапазоні спектру (Дослідження проведено в Центрі колективного користування науковим обладнанням за напрямом «Морська біологія, екологія та біотехнологія» Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова за участі старшої наукової співробітниці С. І. Ракитської).

Досліджено розведення бактерій *Bacillus subtilis* штами 215 і В-10 та підтверджено необхідну кореляцію КІР у вигляді оптичної щільності (OD) у БІЧ діапазоні спектру із загальною концентрацією клітин (рис. 2).

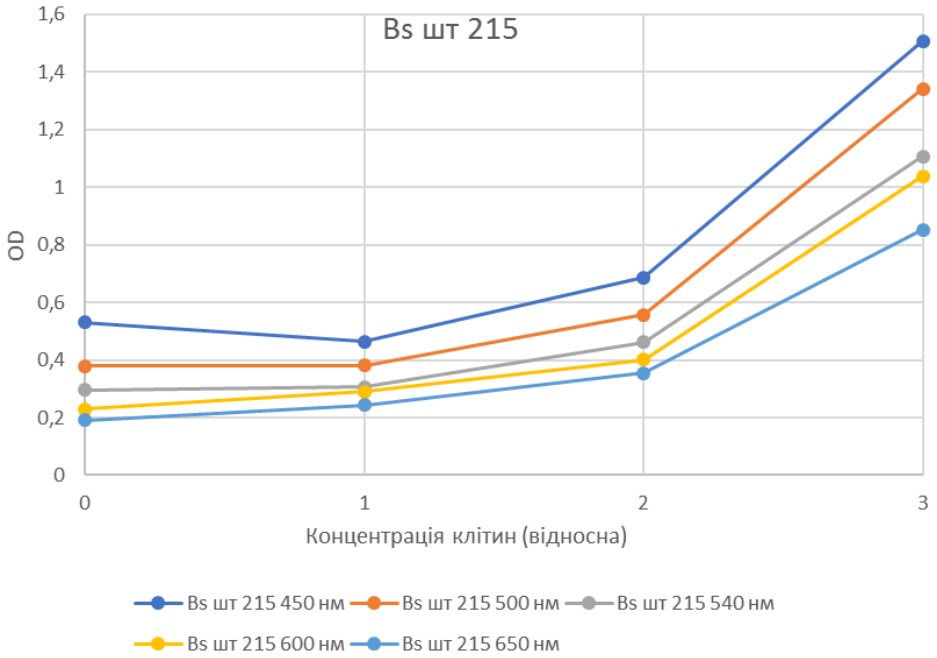


Рисунок 2 – Градуювальний графік спектрофотометру для визначення концентрації бактерій *Bacillus subtilis* на різних довжинах хвиль

Також обґрунтовано методику визначення концентрації життєздатних клітин для бактеріальних засобів захисту рослин за допомогою імпедансної спектроскопії шляхом вимірювання діелектричної проникності або імпедансу культуральних рідин у двох діапазонах частот: 0,1–10 Гц або 0,2–5 МГц.

Таким чином, обґрунтовано та визначено критичні параметри процесу й показники матеріалів для типової технології періодичної ферментації бактеріальних засобів захисту рослин.

Визначено та досліджено ключовий індикатор продуктивності у вигляді загальної концентрації клітин у культуральній рідині з бактеріями через вимірювання оптичної щільності її зразків на спектрофотометрі у ближньому інфрачервоному спектрі.

Перелік послань

1. Gnoth S., Jenzsch M., Simutis R., Lübbert A. Process Analytical Technology (PAT): Batch-to-batch reproducibility of fermentation rocesses by robust process operational design and control. *J. Biotechnol*. 2007. 132. P. 180–186.

2. Araújo A. S., Andrade D. F., Babos D. V. at al. Key Information Related to Quality by Design (QbD) Applications in Analytical Methods Development. *Braz. J. Anal. Chem*. 2021. 8. P. 14–28.

3. Schmidt A., Hengelbrock A. and Strube J. Continuous biomanufacturing in upstream and downstream processing. *Physical Sciences Reviews,* December 2023. Vol. 9, Is. 10. P. 3167–3222. https:/doi.org/10.1515/psr-2022-0106.

STUDY OF KEY PERFORMANCE INDICATORS FOR A TYPICAL BATCH FERMENTATION PROCESS FOR BACTERIAL PLANT PROTECTION AGENTS

I. Bespalov[1], PhD;
O. Nikipelova[1], D.Sc., Prof.;
J. Yaroshevska[1];
M. Rusakova[2], PhD, Ass. Prof.

inbesp@gmail.com

[1]***Engineering and Technological Institute «Biotekhnika» of NAAS, Ukraine;***
[2]***Odesa I.I. Mechnikov National University, Ukraine***

Total cell concentration in the culture medium was selected and investigated as a key performance indicator by measuring the optical density of samples in the near-infrared spectral range using a uQuant Bio-Tek universal microplate spectrophotometer equipped with a personal computer and BioTek Gen5 software.

УДК 632.08

РОЗРОБЛЕННЯ БАРБОТАЖНОГО БІОРЕАКТОРА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ РОСЛИН НА БАЗІ ПАРОВОГО СТЕРИЛІЗАТОРА ВК-75-01

Доровських В. І.[1], кандидат технічних наук, старший науковий співробітник;
Должикова І. В.[1];
Ковальчук Д. А.[1], кандидат технічних наук;
Троханяк О. М.[2], кандидат технічних наук, доцент

[1]***Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН, Україна;***
[2]***Національний університет біоресурсів і природокористування, Україна***

nngul48@gmail.com

Розглянуто питання модернізації парового стерилізатора ВК-75-01 для досліджень живильних та ферментаційних середовищ у зазначеній послідовності, а також створення автоклавної технічної системи на базі барботажного біореактора (далі – ББ) для періодичних процесів напрацювання біопрепарату або інокуляту заданого титру.

Предмет модернізації та кінцева мета

Об'єктом дослідження та модернізації є стерилізатор паровий вертикальний ВК 75-01. Даний апарат обрано як базову конструкцію для створення макета біореактора (ферментера). Вибір даного апарата обумовлений його конструктивною надійністю (вертикальна циліндрична камера з нержавіючої сталі), можливістю роботи під підвищеним тиском та наявністю водяної сорочки.

Апарат має поєднувати функції автоклава (підготовка середовища) та біореактора (нарощування культури). Вибір даної моделі обґрунтований її високою конструкційною міцністю та можливістю адаптації під потреби мікробіологічного синтезу в умовах малих лабораторій.

Фактичний технологічний стан та функціональні можливості (до модернізації)

У вихідному стані об'єкт модернізації являє собою серійний паровий стерилізатор ВК 75-01, призначений для короткочасних циклів стерилізації парою під тиском, що забезпечується ручним керуванням за допомогою запірних кранів та релейної автоматики. Технологічна обв'язка базової моделі включає лише вузли заливу води, скидання пари та контролю тиску через електроконтактний манометр, що унеможливлює тривале (до 72 годин) підтримання стабільних параметрів мікробіологічного синтезу. Основними функціональними обмеженнями існуючої конструкції є відсутність

системи подачі та стерильної фільтрації повітря, неможливість точного регулювання температури в низькому діапазоні (25–40 °С).

Основні вузли модернізації та підсистеми підготовки повітря і води

Для перетворення стерилізатора на біореактор буде впроваджено наступні конструктивні зміни:

− система підготовки повітря (аерація). До складу вузла входить компресор, ресивер та стерильний мембранний фільтр (0,22 мкм). Повітря подається через нижній вхідний патрубок на барботер для рівномірного насичення середовища киснем;

− система підготовки води. Включає вузол демінералізації та блок електромагнітних клапанів для автоматичного наповнення парогенератора та охолодження сорочки апарата;

− контрольно-вимірювальні прилади: врізання герметичних портів для встановлення датчиків температури.

Деталізація ключових вузлів:

− вузол підготовки та стерильної фільтрації повітря. Включає компресор, ресивер та фільтр тонкої очистки (ефективність 99,99 % для часток 0,22 мкм). Це дозволяє подавати стерильне повітря через барботер у нижній частині камери, виключаючи контамінацію середовища сторонньою мікрофлорою;

− підсистема гідравлічної обв’язки: встановлення електромагнітних клапанів для автоматичного дозування води в камеру пароутворення та сорочку охолодження;

− вузол барботажу: спеціальний кільцевий або трубчастий розпилювач, встановлений всередині камери для забезпечення масообміну кисню.

Модернізація терморегуляції

Управління: робота ТЕНів переводиться на мікропроцесорний контролер, що забезпечує точність підтримання температури в діапазоні 28–37 °С з похибкою не більше 0,1 °С.

Адаптація технологічних портів

Додаткові порти: додаються порти для інокуляції (внесення посівного матеріалу) та лінії подачі коригувальних розчинів (кислоти, лугу, піногасника).

Герметичність: усі з’єднання виконуються за принципом «сендвіч-панелей» або приварних штуцерів для забезпечення герметичності при робочому тиску до 0,22 МПа.

Система відбору проб і зливу

Нижній вузол зливу конденсату замінюється спеціалізованим санітарним краном (мембранного типу) з нержавіючої сталі. Це дозволяє:

− здійснювати стерильний відбір проб у процесі ферментації;

− забезпечувати повний злив готового біопрепарату без залишків у «мертвих зонах» патрубків.

Такий підхід дозволяє використати високу надійність та матеріальну базу (нержавіюча сталь, стійкість до тиску) радянського стерилізатора для створення сучасного біотехнологічного обладнання.

Технологічний аспект модернізації ВК 75-01 та створення на його базі барботажного біореактора

На підставі вивчення літературних джерел [1, 2], а також досвіду організації розробки ферментаційних комплексів та їхнього інформаційного забезпечення, на прикладі динаміки зміни параметра температури періодичної культури за цикл, на рис. 1 наведено узагальнену формулу стерилізації поживних середовищ та напрацювання біопрепарату. Тут у повному обсязі виділено ділянки стерилізації поживного середовища, ділянки ферментації культурального середовища та переходи даних ділянок на інші через операції охолодження. Ілюстраційний матеріал дає підставу вироблення стратегії управління технологічним процесом виробництва біопрепарату в частині алгоритмічного забезпечення, вибору сучасних технічних засобів автоматизації, що забезпечують прецизійність стабілізації параметрів ферментаційних процесів.

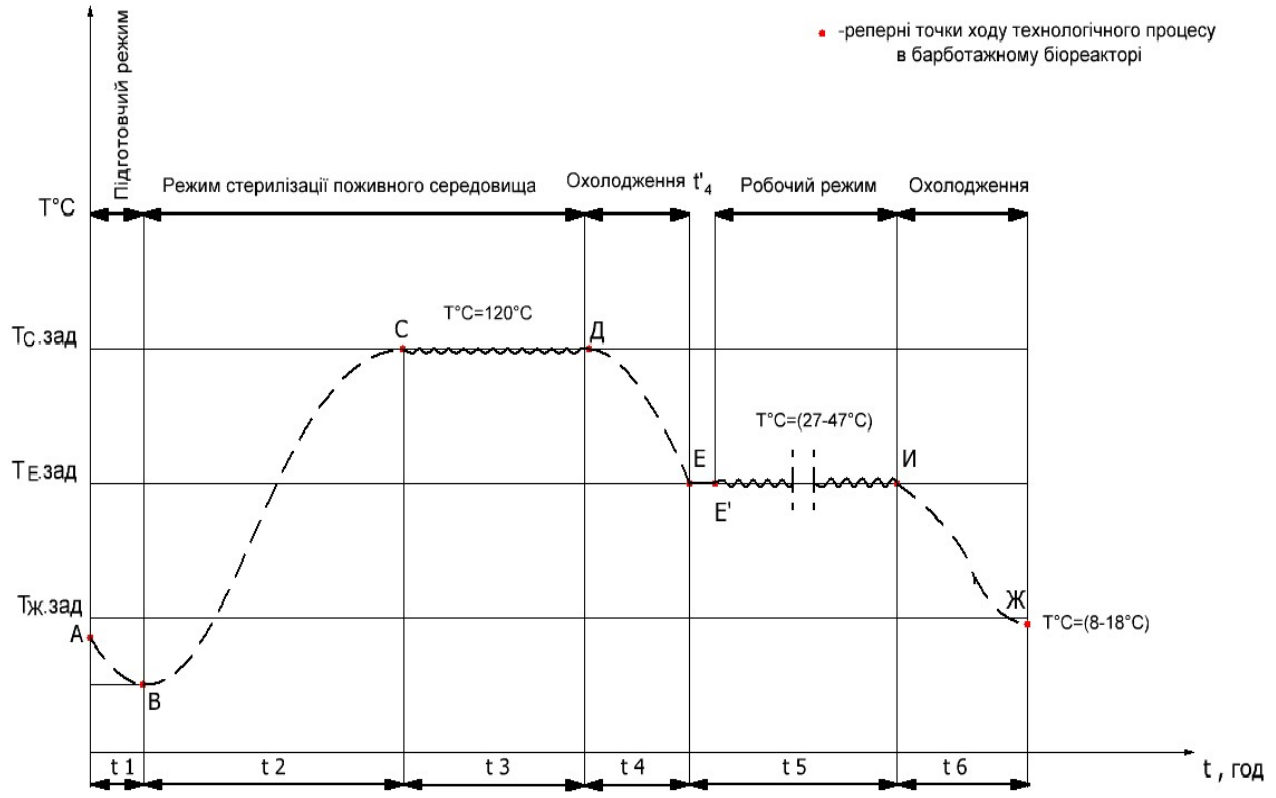


Рисунок 1 – Регламент процесу функціонування барботажного біореактора (ББ)

Для технологічної схеми уже існуючого барботажного біореактора використання підсистеми підготовки стерилізованого повітря та води дало підставу говорити про автономну технічну систему виробництва біопрепарату на базі ББ. Розроблено систему керування ББ. Вона є інформативною щодо параметрів температури середовищ, витрат повітря, витрат води, стану

виконавчих механізмів, рівня води в сорочці ББ, тиску середовищ у камері стерилізації та сорочці, а також щодо стану перебігу технологічних процесів (реперні точки задані формулами стерилізації поживних середовищ та ферментації). Цей стан відображається світловою мнемосхемою на лицьовій панелі пульта керування.

Висновки

1) Технічна система на базі ББ є спеціалізованим інструментом для дослідження ферментаційних процесів. Має можливість напрацьовувати як інокулят (заданого титру), так і біопрепарат об'ємом 60 дм^3 за цикл.

2) Властивості технічної системи на базі ББ дозволяють застосування її як стерилізатора універсального для ферментаційних комплексів середньої продуктивності.

Перелік посилань

1. Беспалов І. М., Осипенко Т. М. Модернізація стерилізатора ВК-75 для використання у виробництві мікробіологічних засобів захисту рослин. *50 років досліджень Інженерно-технологічного інституту «Біотехніка»: досягнення та перспективи*: матеріали доп. Міжнар. наук. конф., присвяч. 50-річчю ІТІ «Біотехніка» НААН (Одеса, 4–8 жовтня 2021 р.). Інформ. бюлетень СПРС МОББ № 58. С. 33–35. https://biotekhnika.od.ua/docs/PUBLIC/50-rokiv-doslidzhen.pdf.

2. Беспалов І. М., Ярошевський В. П. Економічна ферментаційна установка для виробництва мікробіологічних засобів захисту рослин. *Системи виробництва і застосування засобів біолокації землеробства*: монографія. Київ: Аграрна наука, 2022. С. 100–121. https://doi.org/10.31073/978-966-540-558-0.

DEVELOPMENT OF A BUBBLE BIOREACTOR FOR THE PRODUCTION OF MICROBIAL PLANT PROTECTION PRODUCTS BASED ON A VK-75-01 STEAM STERILIZER

V. Dorovskykh, PhD, Sr. Research Scientist;
I. Dolzhykova;
D. Kovalchuk, PhD;
O. Trokhaniak, PhD, Assoc. Prof.

[1]***Engineering and Technological Institute «Biotekhnika» of NAAS, Ukraine***
[2]***National University of Life and Environmental Sciences, Ukraine***

nngul48@gmail.com

The paper considers the issue of modernizing the VK-75-01 steam sterilizer for research on nutrient and fermentation media in a specified sequence, as well as the creation of an autoclave technical system based on a bubble bioreactor (BB) for batch processes of producing biopreparations or inoculants of a given titer.

УДК 504.06:628.316.12:628.38

ПРИРОДНИЙ БІОСОРБЕР ЯК ЕЛЕМЕНТ ОБОРОТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

Загороднюк К. Ю.[1], кандидат медичних наук;
Ніронович Н. І.[1], кандидат економічних наук;
Нікіпелова О. М.[2], доктор хімічних наук, професор;
Загороднюк Ю. В.[3];
Скряга А. М.[4];
Іващенко Т. Г.[5], доктор технічних наук, старший науковий співробітник

[1]***Корпорація «Енергоресурс-Інвест», Україна;***
[2]***Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН, Україна;***
[3]***ГО «Фонд розвитку водоочисних технологій», Україна;***
[4]***ТОВ «Дніпровський науково-технічний центр біоенергетики», Україна;***
[5]***Корпорація Науково-виробниче об'єднання «Технології захисту довкілля», Україна***

zagorodniukk@gmail.com

Обґрунтовано перспективність застосування природних біосорберів як елементу оборотного водопостачання. Показано можливість використання Miscanthus × giganteus як багатофункціонального складника природних біосорберів, що уможливлює енергетичну автономність та кліматичну нейтральність. Окреслено прикладні завдання в частині супроводу вирощування Miscanthus × giganteus на природних біосорберах.

Організація оборотного водопостачання потребує обладнання штучних водойм – біологічних ставків для накопичення і зберігання очищених стічних вод, в яких мають відбуватися процеси додаткового самоочищення, аналогічні біологічним процесам, що відбуваються в природних водоймах.

Оскільки при оборотному водопостачанні біологічні ставки є одночасно джерелами вторинного водозабору, стічні води перед скиданням у водойми мають проходити глибоке третинне та четвертинне очищення.

Відомі технологічні схеми зі скиданням очищених стічних (зворотних) вод у підземні горизонти через поля фільтрації, які отримали назви «біоплато» та «розосереджені випуски».

Оскільки в технологічній схемі оборотного водопостачання перед скиданням у біоставки-накопичувачі стічні води мають проходити глибоке третинне та четвертинне очищення, виникає необхідність використання природних біосорберів (аналогів мочар, або штучних водно-болотних угідь / wetlands) – споруд підземної фільтрації, після яких $БСК_5$ не перевищує 0,5–1,0 мгO_2/дм^3.

До складу споруд природного біосорбера входять фільтрувальні траншеї, в яких розміщують подавальні розподільчі труби, комбіноване фільтрувальне завантаження, відвідні дренажні труби. Над фільтрувальними траншеями облаштовують ґрунтовий шар, де висаджують алелопатично сумісний фітоценоз галофітів та енергетичних рослинних культур. Така конструкція споруд природного біосорбера дозволяє експлуатувати їх в штатному режимі протягом усього року за кліматичних умов України. Це зумовлено тим, що розподільні й відвідні дренажні труби закладають нижче глибини промерзання, а за потреби використовують і штучно створені насипи. Натомість затоплені біоплато придатні до штатного функціонування в нашій країні лише в теплу пору року.

Стічні води на природний біосорбер подають після механічної та двоступеневого біологічного очищення. Після природного біосорбера доочищена стічна вода по дренажних трубах надходить в біоставок-накопичувач.

До конструкції систем трубопроводів природного біосорбера в цілому та дренажних труб зокрема висуваються особливі вимоги, оскільки слід запобігти кольматації за будь-яких прогнозованих обставин, передбачити можливості виконання промивки/продувки.

За даними досліджень [1] споруди природного біосорбера також забезпечують зменшення параметрів бактеріологічних та вірусологічних забруднень (колі-титр, колі-індекс, загальне мікробне число, титр коліфагів тощо) з ефективністю до 99–99,9 %.

Таким чином, за наявності в технологічній схемі природного біосорбера застосування спеціальних методів знезараження не потребується, що набуває особливого значення як під час впровадження самих природних біосорберів, так і в разі їхнього використання у складі систем оборотного водопостачання на об’єктах в межах територій надзвичайних ситуацій воєнного характеру, зокрема з метою припинення накопичення в джерелах водопостачання хвороботворних мікроорганізмів [2].

Значною перевагою є можливість облаштування природного біосорбера і в надземному варіанті при високому рівні стояння ґрунтових вод. Біологічний ставок-накопичувач при цьому облаштовують за технологією напіввиїмки-напівнасипу.

Застосування природного біосорбера дає можливість використовувати *Miscanthus* × *giganteus* як енергетичну рослинну культуру, оскільки на полях фільтрації типу затоплених біоплато цей вид майже не росте, а також його залишки важко збирати.

Завдяки високій урожайності зеленої маси (понад 20 т/га щорічно) – а отже, і пропорційно великому поглинанню атмосферного CO_2 – та значній питомій теплотворній здатності отриманих з *Miscanthus* × *giganteus* пелет (4100–4700 ккал/кг, що аналогічно деревним пелетам) використання природних біосорберів потрібно розглядати як крок до кліматичної нейтральності та

інфраструктурної автономності очисних споруд, обслуговуваних ними об'єктів та територій їхнього розміщення загалом.

Впровадження біосорберів з *Miscanthus × giganteus* дозволяє залучити мікробіологічну та аграрну науки до вирішення перспективних завдань у секторі водопостачання та екологічної безпеки.

Перелік посилань

1. Гончарук Є. Г. Малогабаритні очисні споруди каналізації. Київ: Будівельник, 1974. 256 с.

2. Бондар О. І., Загороднюк К. Ю. Стосовно формування вторинних вогнищ біологічного забруднення – резервуарів збудників інфекційних хвороб. *Екологічні та гігієнічні проблеми сфери життєдіяльності людини*: матеріали наук.-практ. конф. з міжнар. участю. Київ: МВЦ «Медінформ», 2024. С. 59–60.

NATURAL BIOSORBENT AS AN ELEMENT OF RECYCLED WATER SUPPLY SYSTEM

K. Zahorodniuk[1], PhD;
N. Nironovych[1], PhD;
O. Nikipelova[2], D.Sc., Prof.;
Y. Zahorodniuk[3];
A. Skriaha[4];
T. Ivashchenko[5], D.Sc., Sr. Research Scientist

zagorodniukk@gmail.com

[1]***Corporation Energoresurs-Invest, Ukraine;***
[2]***Engineering and Technological Institute «Biotekhnika» of NAAS, Ukraine;***
[3]***GO «Foundation for development of water treatment technologies», Ukraine;***
[4]***«Dnipro scientific and technical center of bioenergy» LLC, Ukraine;***
[5]***Corporation «Research and production association «Evinronmental protection technologies», Ukraine***

Potential of natural biosorbers using as a component of recycled water supply systems was substantiated. The ability of Miscanthus × giganteus application as a multifunctional constituent of natural biosorbers, enabling energy autonomy and climate neutrality, was demonstrated. Applied tasks related to Miscanthus × giganteus cultivation on natural biosorbers are outlined.

УДК 632.08:628.84

ВСТАНОВЛЕННЯ РІВНЮ ОПТИМАЛЬНИХ І КРИТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ КЛЮЧОВИХ АБІОТИЧНИХ ТА БІОТИЧНИХ ФАКТОРІВ СЕРЕДОВИЩА, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЖИТТЄЗДАТНІСТЬ ЕНТОМОКУЛЬТУР

Піщанська Н. О., кандидат технічних наук;
Бельченко В. М., кандидат технічних наук;
Подмазко І. О., кандидат технічних наук

pishchanskay@gmail.com

Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН, Україна

Сформовано рекомендації стосовно системи автоматичного контролю та її ключових компонентів. Виділено основні екологічні фактори та їхні критичні межі для комах. Сформовано типові ознаки досягнення критичних меж.

Оптимальні значення гарантують нормальний ріст, репродуктивність і високу якість продукції. Критичні межі – поріг, за яким різко падає життєздатність, а іноді настає масова загибель. Всі параметри взаємопов'язані: порушення одного може вимагати компенсації інших (наприклад, при зміненні температури необхідно відповідне змінення абсолютної вологості).

Виробництво повинно мати систему автоматичного контролю мікроклімату з реєстрацією даних. Для фітофагів рекомендується щотижневе тестування корму на вологість, білок і мікробіологічну безпеку. Використовувати порогові сенсори CO_2 та аміаку, особливо у закритих або багатошарових установках. Необхідно точне регулювання освітлення.

Таблиця 1 – Основні екологічні фактори та їхні критичні межі для комах

Фактор	**Оптимум**	**Критична нижня межа**	**Критична верхня межа**	**Наслідки порушення**
Температура, °C	відповідно до типу комахи та стадії вирощування*	*	*	пригнічення розвитку, порушення ліньки, загибель
Вологість повітря, % RH	відповідно до типу комахи та стадії вирощування*	*	*	дегідратація / пліснява, інфекції, загибель

Кінець таблиці1

Фактор	**Оптимум**	**Критична нижня межа**	**Критична верхня межа**	**Наслідки порушення**
Швидкість повітря, м/с	1–2 м/с	<1	<2	невиконання завдання системи вентиляції / зрив з місця ентомопродукції
Температура субстрату, °C	26–30	<18	>40	зупинка метаморфозу, перегрів, анаеробний стрес
Кисень (O_2), %	20–21 (атмосферна норма)	<15	–	гіпоксія, особливо у личинок, що живуть у субстраті
Вуглекислий газ (CO_2), %	<0,1	–	>0,5–1,0	пригнічення активності, затримка розвитку, смерть
Аміак (NH_3), ppm	<10	–	>25	хімічні опіки, ураження трахей, смертність
Освітлення (люкс, фотоперіод)	200–500 люкс, 12:12	<50 люкс, <8:16	>16:8	порушення біоритмів, втрата репродуктивної активності
Білковість корму, %	18–24	<10	>30	гальмування росту / перевантаження метаболізму
Вологість корму, %	50–70	<35	>80	пересихання / гниття, розвиток патогенів
Щільність популяції	в межах видового порогу	> граничної щільності	> граничної щільності	канібалізм, зниження фертильності, стрес, дефіцит ресурсів

Типові ознаки досягнення критичних меж:

- зменшення апетиту, росту, маси;
- асиметрія тіла, порушення линяння;
- падіння репродуктивної здатності (відсутність кладок, зниження життєздатності потомства);
- масова загибель личинок/імаго;
- поява запахів гниття, надлишку аміаку, плісняви.

Знання критичних меж дає змогу створити системи попередження на фермах, розробити режими вирощування для різних кліматичних зон,

моделювати біоміметичне середовище, уникаючи зон ризику та зменшити втрати при масштабуванні виробництва [1, 2].

Перелік посилань

1. Pishchanska N., Belchenko V., Bespalov I. Justification of criteria for evaluating the effectiveness of adaptive technologies for growing entomocultures. *Bulletin of Agricultural Science*. 2023. Vol. 101. No. 5(842) P. 65–70. https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202305-09.

2. Pishchanska N., Belchenko V., Podmazko O. Modelling of air treatment processes in energy-efficient systems for ensuring abiotic factors in entomoculture production. *Moldova State University, Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection Scientific Association of Geneticists and Breeders «Genetics, Physiology and Plant Breeding»* (VIIIth Edition), Materials Proceedings, CHISINAU, 7–8 October 2024, P. 655–657.

DETERMINATION OF OPTIMAL AND CRITICAL PARAMETER LEVELS FOR KEY ABIOTIC AND BIOTIC ENVIRONMENTAL FACTORS AFFECTING THE VIABILITY OF INSECT CULTURES

N. Pishchanska, PhD;
V. Belchenko, PhD;
I. Podmazko, PhD

pishchanskay@gmail.com

Engineering and Technological Institute «Biotekhnika» of NAAS, Ukraine

Recommendations regarding the automatic control system and its key components have been formulated. The main environmental factors and their critical limits for insects have been identified. Typical signs indicating that critical limits have been reached have been defined.

UDC 632.08:621.382

MODERNIZATION AND ONLINE ACCESS TO THE DATABASE *«INTERACTIVE MODEL OF ENTOMOCULTURE PRODUCTION FOR PLANT PROTECTION»*: DATA MIGRATION STAGE COMPLETED

Y. Pishchanskyi

yehorpishchanskyi@gmail.com

Brunel University of London, The United Kingdom

The project focuses on the modernization and online access of the database «Interactive Model of Entomoculture Production for Plant Protection» As the first stage of this work, the migration of data from the legacy MS Access system to a modern web-oriented database has been completed. The remaining stages of modernization are currently in progress.

The aim of the work is to provide online access on the website of the ETI «Biotekhnika» of NAAS (Ukraine) to the Database *«Interactive Model of Entomoculture Production for Plant Protection»* created in 2018 by the institute's staff in the MS Access environment, as well as its comprehensive modernization using modern information technologies.

Data migration stage – completed: The database's full dataset, including records on insect species, biological characteristics, production parameters, and resource-calculation data, has been successfully transferred from MS Access to a modern relational database system (PostgreSQL). The migration process involved:

- extraction of all tables, relationships, and stored queries from the original MS Access file;
- schema redesign to fit a normalized, web-compatible relational structure;
- data cleaning and validation to correct legacy formatting inconsistencies and ensure integrity after transfer;
- verification testing to confirm that all records, relationships, and calculated fields match the original dataset without loss.

Technologies used:

- source system: MS Access (legacy format);
- target database: PostgreSQL;
- migration tools: Python scripts (using libraries such as pyodbc and pandas) for automated extraction, transformation, and loading (ETL);
- validation: automated comparison scripts to cross-check record counts and field values between source and target databases.

Result of this stage: The dataset is now hosted in a modern, web-compatible database, forming the technical foundation for the remaining modernization work. This lays the groundwork for the subsequent stages, which are still due to be completed:

- development of a new web interface with search, sorting, and filtering functionality;
- integration of AI modules for automated resource calculation and recommendation generation;
- integration with open scientific databases and real-time pest-monitoring systems;
- development of analytical dashboards for data visualization;
- implementation of a chatbot or expert system for interactive user support;
- setup of multi-level access control and administration.

References

1. Pishchanska N., Belchenko V. Design of modern entomological productions using morphological analysis through the creation of an information model – database. *Prospects for the development of regional production and application of biological plant protection products against pests and diseases*: Proceedings of the International Seminar dedicated to the International Year of Plant Health – 2020. Odesa, 2020, September 17–18. 2020. Odesa. P. 41–44.

2. Belchenko V. M., Pishchanska N. O. Database – an interactive model of industrial entomocultures for plant protection. *Scientific and informational bulletin of completed scientific developments «Agrarian Science to Production».* 2020. No 2. P. 32.

3. Belchenko V., Pishchanska N., Targonya V. Database as a method of designing systems intended for the implementation of adaptive technologies for entomoculture cultivation. *Collection of scientific papers of the Ukrainian Research Institute of Forecasting and Testing of Machinery and Technologies for Agricultural Production named after Leonid Pogorilyi. Technical and technological aspects of development and testing of new machinery and technologies for agriculture of Ukraine.* Doslidnytske. 2019. Vol. 25(39). P. 160–168. Doslidnytske. http://tta.org.ua/article/view/194261/194373.

МОДЕРНІЗАЦІЯ ТА ОНЛАЙН-ДОСТУП ДО БАЗИ ДАНИХ *«ІНТЕРАКТИВНА МОДЕЛЬ ВИРОБНИЦТВА ЕНТОМОКУЛЬТУР ДЛЯ ЗАХИСТУ РОСЛИН»*: ЕТАП МІГРАЦІЇ ДАНИХ ЗАВЕРШЕНО

Піщанський Є. А.

yehorpishchanskyi@gmail.com

Лондонський університет Брунеля, Велика Британія

Проєкт спрямований на модернізацію та онлайн-доступ до бази даних «Інтерактивна модель виробництва ентомокультур для захисту рослин». Оновлена система стане інтерактивною платформою, що поєднає наукові знання, практичний досвід та сучасні цифрові технології для підтримки біологічного захисту рослин та ентомологічних технологій.

УДК 632.08:628.84

ВИКОРИСТАННЯ РЕКУПЕРАЦІЇ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ЕНЕРГІЇ У СИСТЕМАХ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АБІОТИЧНИХ ФАКТОРІВ

Подмазко І. О.[1], кандидат технічних наук;
Піщанська Н. О.[1], кандидат технічних наук;
Бельченко В. М.[1], кандидат технічних наук;
Подмазко О. С.[2], кандидат технічних наук, доцент

igorpodmazko1@gmail.com

[1]*Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН, Україна;*
[2]*Одеський національний технологічний університет, Україна*

Розглянуто застосування рекуперації та утилізації теплоти у технологіях вирощування ентомокультур.

Системи забезпечення абіотичних факторів (опалення, вентиляція, кондиціонування, зволоження) у лабораторіях та камерах вирощування ентомокультур характеризуються значними енергетичними втратами, зокрема через винос теплоти з відпрацьованим повітрям або розсіювання теплової енергії компресорами та електродвигунами. Тому одним із найефективніших напрямів підвищення енергоефективності є рекуперація (повернення частини теплової енергії у процес) та утилізація (використання побічної енергії для інших технологічних потреб).

Рекуперація теплоти – це процес передачі теплової енергії від відпрацьованого (вологого, теплого) повітря до свіжого припливного потоку без змішування потоків. Основна мета – зменшити навантаження на нагрівальні та охолоджувальні елементи системи мікроклімату. Установки рекуперації можуть забезпечувати повернення до 60–90 % енергії, яка в іншому випадку була б втрачена.

У технологіях вирощування ентомокультур особливо важливим є стабільний рівень відносної вологості. Вентиляція часто призводить до втрати вологи, яку потрібно компенсувати додатковим зволоженням, що являє собою витрати енергії. Для цього застосовують ентальпійні рекуператори – установки, що передають одночасно теплоту і вологу через спеціальні мембрани. Вони дозволяють зменшити енергоспоживання систем зволоження до 30–40 %, підтримувати стабільну вологість без додаткового водорозпилення, уникати конденсації на стінках камер.

Крім рекуперації у біотехнологічних установках можна застосовувати утилізацію вторинної енергії: використання надлишкового теплоти або холоду від одного процесу для іншого. Використання теплоти компресорів холодильних установок, коли теплота, що відводиться при конденсації

холодоагенту, може бути використана для підігріву повітря у припливних каналах або води для зволожувачів. Це дозволяє зменшити споживання електроенергії на нагрівання до 25 % [1]. Теплові насоси типу «повітря – повітря» або «повітря – вода» працюють за принципом вилучення теплоти з повітря витяжки та передачі його до припливного потоку. При цьому коефіцієнт перетворення енергії (COP) складає 3–4, тобто на кожен 1 кВт електроенергії отримують 3–4 кВт теплової енергії. Дані системи ефективні як у системах опалення, так і для охолодження камер.

При утилізації конденсату з охолоджувачів повітря конденсат може повторно використовуватись у системах зволоження після фільтрації, що знижує витрати води.

Використання рекуперації та утилізації енергії забезпечує зниження споживання електроенергії на 25–45 % для систем вентиляції та кондиціювання; скорочення навантаження на основне обладнання (нагрівачі, зволожувачі, компресори); зменшення витрат на експлуатацію (через зниження інтенсивності роботи обладнання та продовження строку служби). Розрахунки показують, що термін окупності системи рекуперації становить 1,5–3 роки залежно від площі приміщення і режиму роботи [2].

Рекуперація та утилізація енергії є одними із найрезультативніших напрямів енергоефективності у системах забезпечення абіотичних факторів.

Їхнє впровадження дає змогу скоротити втрати теплової та вологісної енергії; зменшити навантаження на нагрівальні й охолоджувальні системи; забезпечити сталий мікроклімат при менших енергетичних витратах; підвищити рівень автоматизації й екологічності технологічного процесу. Таким чином, рекуперaційні технології повинні бути обов’язковим елементом методики формування енергоефективних систем забезпечення абіотичних факторів у сучасних адаптивних технологіях культивування маточних ентомокультур.

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика основних типів рекуператорів повітря

Тип рекуператора	**Принцип дії**	**Переваги**	**Недоліки**	**ККД (теплова ефективність), %**	**Доцільність використання**
Пластинчастий (перехресного або протиточного типу)	теплота передається через тонкі алюмінієві або полімерні пластини між потоками припливного та витяжного повітря без їхнього змішування	– простота конструкції; – відсутність рухомих частин; – висока надійність і довговічність; – низькі експлуатаційні витрати	– немає передачі вологи; – може утворюватися конденсат і обмерзання; – необхідність системи дренажу	50–75	ефективний у невеликих приміщеннях із сухим повітрям або при середніх енергетичних навантаженнях

Кінець таблиці 1

Тип рекуператора	**Принцип дії**	**Переваги**	**Недоліки**	**ККД (теплова ефективність), %**	**Доцільність використання**
Роторний (регенеративний)	обертовий алюмінієвий або сорбційний ротор накопичує теплоту (а іноді й вологу) з витяжного потоку та передає його припливному	– високий ККД; – передача частини вологи; – зменшення ризику обмерзання; – компактність	– часткове змішування потоків; – потребує електроприводу; – складніше обслуговування	70–85	доцільний у великих системах вентиляції або там, де потрібне утримання вологості (лабораторії, біокамери)
Ентальпійний (мембранний)	через спеціальну напівпроникну мембрану відбувається одночасна передача теплоти та вологи без змішування повітряних потоків	– одночасне відновлення теплоти й вологості; – відсутність обмерзання; – висока енергетична ефективність; – зниження потреби у зволоженні повітря	– вища вартість; – обмежений діапазон робочих температур; – потреба у періодичній заміні мембран	65–80	рекомендований для кліматичних систем біотехнологічних лабораторій, де важлива стабільна вологість
Глікольний (рідинний контур)	теплота передається через замкнений контур із теплоносієм (водно-гліколева суміш), що циркулює між теплообмінниками припливного та витяжного повітря	– відсутність змішування повітряних потоків; – можливість рознесення блоків на значну відстань; – гнучкість у компонуванні системи.	– нижчий ККД; – необхідність циркуляційного насоса; – можливі втрати енергії через довгі трубопроводи		

Перелік посилань

1. Bulgakov V., Belchenko V., Pishchanska N., Krutyakova V., Dubrovina O., Trokhaniak O. Design development of a new unit for cassette-free breeding of grain moths in the production of trichograms for plant protection. International *Scientific Journals of Scientific Technical Union of Mechanical Engineering «Industry 4.0». International Scientific Journal Mechanization In Agriculture Conserving Of The Resources* 26–29.06.2024, Varna, Bulgaria P. 17–19.

2. Krutyakova V., Bulgakov V., Adamovics A., Pishchanska N. Selection of optimal dimensions of air humidification section in microclimate preparation system for growing ofentomophages. *Engineering for rural development*. Proceedings of 18-th International Scientific Conference. Jelgava, May 22–24, 2019. Latvia University of Life Sciences and Technologies Faculty of Engineering. Jelgava. 2019. Vol. 18. P. 1533–1538.

DETERMINATION OF OPTIMAL AND CRITICAL PARAMETER LEVELS FOR KEY ABIOTIC AND BIOTIC ENVIRONMENTAL FACTORS AFFECTING THE VIABILITY OF INSECT CULTURES

I. Podmazko[1], PhD;
N. Pishchanska[1], PhD;
V. Belchenko[1], PhD;
O. Podmazko[2], PhD, Assoc. Prof.

igorpodmazko1@gmail.com

[1]***Engineering and Technological Institute «Biotekhnika» of NAAS, Ukraine;***
[2]***Odesa National University of Technology, Ukraine***

The application of heat recovery and utilization in entomoculture rearing technologies is examined.

УДК 631.171

СИСТЕМНІ ЗАСАДИ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКУ В КОНТЕКСТІ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ ЗЕМЛЕРОБСТВА

Сташевський В. М.

stashevsky.vitaly@gmail.com

Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН, Україна

Обґрунтовано концептуальний підхід до представлення машинно-тракторного парку (далі – МТП) рослинництва як відкритої динамічної техніко-виробничої системи. Визначено структуру системи, її основні підсистеми, ресурсні потоки, результати функціонування та екологічний зворотний зв'язок із земельним ресурсом. Запропонована модель дозволяє розглядати інноваційний розвиток МТП не лише як оновлення технічних засобів, а як зміну способу функціонування всієї техніко-виробничої системи, спрямовану на підвищення ефективності виробництва та зниження техногенного навантаження на довкілля.

Перехід до сталих технологій землеробства потребує відповідного інженерного забезпечення. Структура та технічний рівень машинно-тракторного парку аграрного підприємства визначає спосіб виконання технологічних операцій в рослинництві, інтенсивність механічного впливу на ґрунт, рівень використання матеріально-енергетичних ресурсів та можливості застосування сучасних технологій.

Тому оцінювання МТП лише за кількістю машин, їхньою потужністю або віком не дає змоги повною мірою визначити його вплив на результати рослинництва та стан ґрунтового ресурсу. Необхідним є системний розгляд МТП, за якого технічні засоби пов'язуються з технологіями, організацією використання, технічним сервісом, ресурсами та результатами виробництва [1, 2].

Метою роботи є розроблення концептуальної моделі техніко-виробничої системи МТП рослинництва, яка забезпечує врахування взаємозв'язків між його параметрами, результатами виробництва та екологічними наслідками його функціонування.

Структурно-функціональна модель ТВС МТП рослинництва (рис. 1) відображає її як відкриту динамічну виробничо-екологічну систему із зворотним управлінським контуром, що функціонує в умовах впливу зовнішнього середовища та забезпечує формування економічних результатів виробництва [3].

Параметри системи $S_{(t)}$ формують економічні результати виробництва $Y_{(t)}$ та екологічні наслідки $E_{(t)}$, що впливають на стан земельного ресурсу $L_{(t+1)}$, забезпечуючи замкнений контур взаємодії виробничих і екологічних процесів. Стрілки показують потоки ресурсів, виробничі впливи та екологічний зворотний зв'язок.

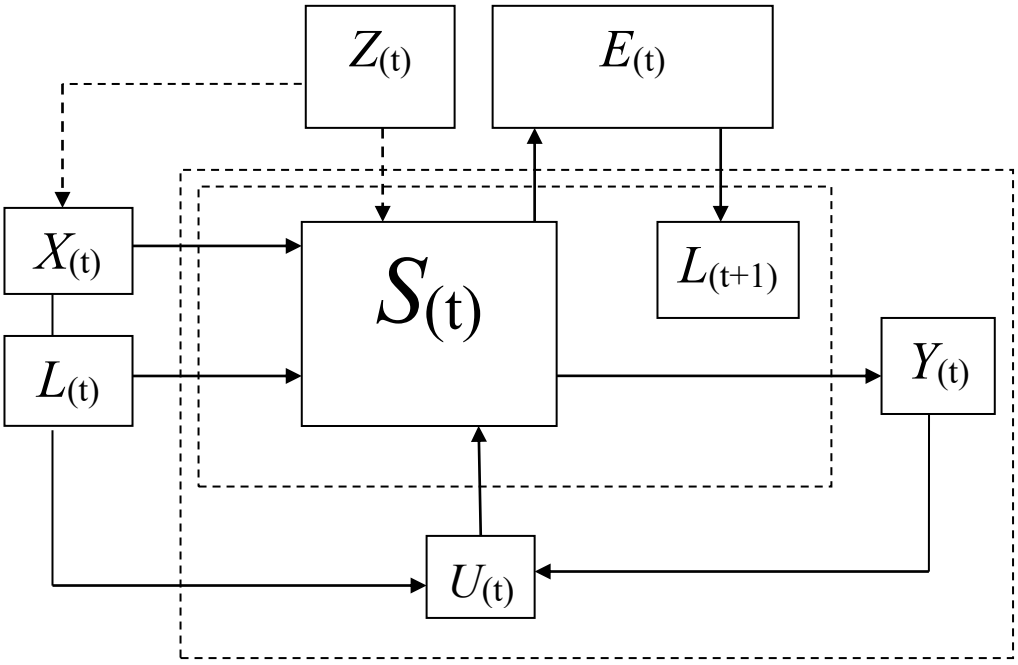


Рисунок 1 – Структурно-функціональна модель техніко-виробничої системи машинно-тракторного парку рослинництва (далі ТВС МТП): $S_{(t)}$ – множина параметрів ТВС МТП (підсистеми: S_1 – технічна, S_2 – технологічна, S_3 – організаційна, S_4 – сервісно-ремонтна); $X_{(t)}$ – множина вхідних ресурсних потоків (X_1 – технічні ресурси, X_2 – матеріально-енергетичні ресурси, X_3 – трудові ресурси, X_4 – інформаційні ресурси); $Y_{(t)}$ – множина вихідних результатів (Y_1 – урожайність, Y_2 – додана вартість); $U_{(t)}$ – контур управління; $Z_{(t)}$ – множина зовнішніх (екзогенних) впливів; $L_{(t)}$, $L_{(t+1)}$ – рівень родючості ґрунту у періоди t та t+1; $E_{(t)}$ – екологічні наслідки (ендогенний зовнішній вплив) функціонування системи

У дослідженні техніко-виробничої системи ТВС МТП рослинництва задача синтезу полягає у визначенні узагальненої функціональної залежності між елементами системи та її результатами, тобто у формуванні концептуальної моделі функціонування МТП рослинництва як виробничої системи.

Структурно-функціональна модель системи містить чотири взаємопов'язані підсистеми:

– S_1 – технічна підсистема, що характеризує кількісні та якісні параметри машинно-тракторного парку (структура техніки, рівень оновлення, потужність, енергонасиченість тощо);

− S_2 – технологічна підсистема, яка визначає застосовувані технології вирощування, системи обробітку ґрунту, рівень автоматизації та цифровізації виробничих операцій;

− S_3 – організаційна підсистема, що охоплює структуру виробничих процесів, режим використання техніки, логістику та координацію робіт;

− S_4 – підсистема технічного сервісу, яка характеризує рівень технічного обслуговування, ремонту, діагностики та надійності функціонування МТП.

Функціонування цих підсистем відбувається за рахунок використання чотирьох груп ресурсів: технічних, матеріально-енергетичних, трудових та інформаційних. Земельний ресурс при цьому розглядається як особливий елемент системи – основний засіб виробництва, стан якого одночасно визначає виробничий потенціал і є результатом впливу технологічних процесів.

Результатами функціонування ТВС МТП визначено урожайність та додану вартість продукції рослинництва. Одночасно в моделі виділено екологічний контур, який включає ущільнення ґрунту, зміну його структури, баланс надходження та виносу поживних речовин, рівень техногенного навантаження та викиди. Екологічні наслідки функціонування МТП впливають на подальший стан земельного ресурсу, що формує замкнений виробничо-екологічний контур.

Саме ця особливість моделі є принциповою для інженерного забезпечення екологізації землеробства. Технічне рішення не розглядається ізольовано від технології його використання. Наприклад, зміна складу МТП може створити можливість застосування іншої системи обробітку ґрунту, скорочення кількості технологічних операцій або більш точного виконання окремих операцій. У свою чергу зміна технологічного процесу впливає на витрати ресурсів і характер механічного навантаження на ґрунт.

Отже, інноваційний розвиток МТП доцільно розглядати як трансформацію взаємопов’язаної техніко-технологічної системи, а не лише як заміну застарілих машин новими. Така трансформація охоплює технічне оновлення, зміну технологій, удосконалення організації використання техніки, розвиток технічного сервісу та використання інформаційних і цифрових технологій.

Для екологізації землеробства це означає можливість переходу від оцінювання техніки за її окремими технічними характеристиками до оцінювання результату функціонування системи за одночасного врахування виробничого та екологічного ефектів.

Перелік посилань

1. Адамчук В. В., Сидорчук О. В., Мироненко В. Г. Системно-проектні підстави управління парком машин сільськогосподарських товаровиробників. *Вісник аграрної науки*. 2014. № 11. С. 33–40.

2. Пивовар А. М., Пивовар П. В. Вплив НТП на процеси формування та ефективності використання машинно-тракторного парку сільськогосподарських

підприємств. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2015. № 1(48). Т. 2. С. 105–116.

3. Perepelitsa N. M., Stashevsky V. M., Aboltins A. Theoretical foundation of innovative development of the machine and tractor park of agricultural enterprises. *Механіка та автоматика агропромислового виробництва.* 2025. Вип. 7 (121). С. 235–244.

A CONCEPTUAL MODEL OF THE TECHNICAL AND PRODUCTION SYSTEM OF A MACHINERY AND TRACTOR FLEET IN THE CONTEXT OF THE ECOLOGIZATION OF AGRICULTURE

V. Stashevsky

stashevsky.vitaly@gmail.com

Institute of Mechanics and Automatics of Agroindustrial Production of NAAS, Ukraine

A conceptual approach to representing the crop production machinery and tractor fleet as an open, dynamic technical-production system is substantiated. The structure of the system, its main subsystems, resource flows, operational outcomes, and ecological feedback with land resources are identified. The proposed model allows for viewing the innovative development of the machinery and tractor fleet not only as the modernization of technical equipment but also as a change in the mode of operation of the entire technical-production system, aimed at increasing production efficiency and reducing the anthropogenic impact on the environment.

УДК 632:001.8:004.8:005.94

МЕТОДОЛОГІЯ ПРОЄКТУВАННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ БІОІНЖЕНЕРНИХ КОМПЛЕКСІВ

Чернова І. С., кандидат технічних наук

bioischernova@ukr.net

Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН, Україна

У роботі розглянуто наукові основи розробки методології проєктування спеціалізованих сільськогосподарських біоінженерних комплексів для біологізації, екологізації та цифровізації сільськогосподарського виробництва. Результати досліджень є перспективними у процесах розвитку постіндустріальних інформаційних агротехнологій.

На сьогодні питання проєктування спеціалізованих сільськогосподарських біоінженерних комплексів безпосередньо пов'язано з необхідністю підвищення ефективності процесів управління біологізацією сільськогосподарського виробництва, зокрема управління біологічним захистом рослин. Особливістю біологічного захисту рослин є використання природних ворогів шкідників сільськогосподарських культур – хижаків, паразитів, мікроорганізмів [1].

Метою роботи є розроблення методології проєктування спеціалізованих сільськогосподарських біоінженерних комплексів.

Методи дослідження – системний аналіз, аналітичне конструювання, структурний синтез.

Основою роботи були результати фундаментальних досліджень стосовно науково-методологічних основ розробки біоінженерних комплексів для екологізації та біологізації сільськогосподарського виробництва із урахуванням властивостей біоінженерних комплексів, синергізму людино-машинної (технічні засоби, дії людини-технолога) та біологічної (ентомофаги, акарифаги, штами вірусів, бактерій, грибів та ін.) компонент [2–5].

Розроблено методологію проєктування спеціалізованих сільськогосподарських біоінженерних комплексів, яка містить (рис. 1): мету та методи проєктування, функціонально-структурний опис та SWOT-аналіз біоінженерних комплексів, проєктування інтелектуальних інформаційних систем на основі онтологій, розроблення структури проєкту спеціалізованих сільськогосподарських біоінженерних комплексів та структури системи знань щодо процесів проєктування цих комплексів.

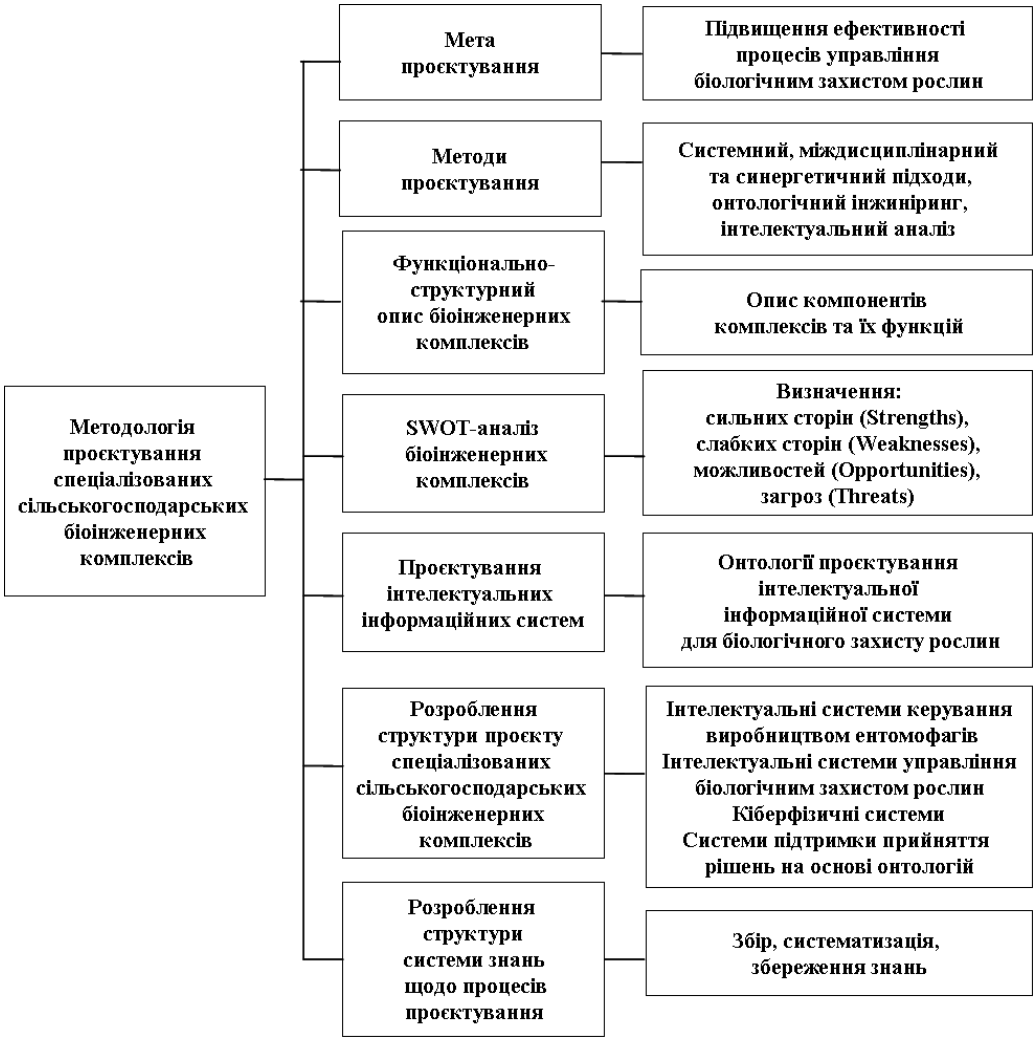


Рисунок 1 – Структура методології проєктування спеціалізованих сільськогосподарських біоінженерних комплексів

Функціонально-структурний опис біоінженерних комплексів включає декомпозицію комплексів на основні компоненти (виробництво та використання біологічних засобів захисту рослин, агроландшафти, комп'ютеризовані системи, біологічні агенти, оператори, ґрунт, агрокультури, технічні засоби) та їхні функції; SWOT-аналіз деталізує сильні, слабкі сторони, можливості та загрози [2]. Застосування онтологічного інжинірингу у проєктуванні інтелектуальної інформаційної системи для біологічного захисту рослин із використанням безкоштовного програмного засобу Visual Understanding Environment дозволяє автоматизувати аналіз знань, підвищити компетентність людини-технолога в процесах управління виробництвом та використання біологічних засобів захисту рослин [3]. Структури проєкту спеціалізованих сільськогосподарських біоінженерних комплексів та системи знань щодо процесів проєктування представляють синергетичний підхід до проєктування на базі експертних систем нечіткого висновку, когнітивного аналізу, гібридних інтелектуальних систем, хмарного середовища Google Drive, онтологій [4, 5].

Запропонована методологія проєктування спеціалізованих сільськогосподарських біоінженерних комплексів дозволяє підвищити ефективність процесів управління біологічним захистом рослин за рахунок використання інтелектуальних інформаційних технологій, структурування інформації із застосуванням сучасних комп'ютерно-інтегрованих технологій, технологічного досвіду фахівців з різних галузей знань (біотехнологія, інженерія, агрономія) стосовно виробництва та використання біологічних засобів захисту рослин.

Перелік посилань

1. Амонс С. Е. Біологічний захист рослин в системі органічного землеробства. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 25. С. 167–183. https://doi.org/10.37128/2707-5826-2022-2-13.

2. Чернова І. С. Сільськогосподарські біоінженерні комплекси: системний підхід. *Біологічний метод захисту рослин: досягнення і перспективи*: матеріали II міжнар. наук. конф. (Хлібодарське, 24–26 верес. 2025 р.). Інф. бюл. ІТІ «Біотехніка» НААН. Одеса, 2025. № 2. С. 218–220.

3. Чернова І. С. Наукові основи проєктування спеціалізованих сільськогосподарських біоінженерних комплексів. *Енергетика і автоматика*. 2025. № 3. С. 70–82. https://doi.org/10.31548/energiya3(79).2025.070.

4. Chernova I. Design of bioengineering complexes for biological protection of plants. *Advanced Biotechnologies – Achievements and Prospects* (*VIIth Edition)*: Abstract book Scien. Intern. Symposium, (Chisinau, Republic of Moldova, Sept. 17–19, 2025). P. 123–124.

5. Чернова І. С. Синергетичний підхід до проєктування біоінженерних комплексів для біологічного захисту рослин. *Аграрна наука: стан та перспективи розвитку*: зб. матеріалів V міжнар. наук.-практ. конф. (Одеса, 30–31 жовт. 2025 р.). ОДАУ, Агробіотехнологічний факультет. Одеса, 2025. С. 96–98.

METHODOLOGY FOR DESIGNING SPECIALIZED AGRICULTURAL BIOENGINEERING COMPLEXES

I. Chernova, PhD

bioischernova@ukr.net

Engineering and Technological Institute «Biotekhnika» of NAAS, Ukraine

The paper examines the scientific foundations of developing a methodology for designing specialized agricultural bioengineering complexes for the biologization, ecologization, and digitalization of agricultural production. The research results are promising in the development of post-industrial information agricultural technologies.

УДК 632.08:602.44

РОЗРОБЛЕННЯ БЛОЧНО-МОДУЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ЛАБОРАТОРНОГО ФЕРМЕНТАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЦЕСНО-АНАЛІТИЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ У ВИРОБНИЦТВІ МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ РОСЛИН

Ярошевський В. П., кандидат технічних наук;
Беспалов І. М., кандидат технічних наук

inbesp@gmail.com

Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН, Україна

Розроблено блочно-модульну структуру лабораторного ферментаційного комплексу у складі технологічних модулів ферментаційної установки та модуля автоматизованої системи наукових досліджень. Визначено основні техніко-технологічні рішення для ферментерів із циркуляційною, барботажною та механічною схемами перемішування. Обґрунтовано основні методи моніторингу параметрів та показників комплексу.

Виробництво мікробіологічних засобів захисту рослин від шкідників та хвороб (далі – МБЗЗР) є важливою складовою біологізації землеробства в Україні і базується на постійному удосконаленні технологій, устаткування, а також систем контролю й керування. Подальший розвиток цього напряму пов'язують з використанням нових системних підходів: «процесно-аналітична технологія» (Process Analytical Technology, далі – ПАТ) та «якість через проєктування» (Quality by Design, далі – ЯчП), які були впроваджені протягом останніх років для підвищення ефективності ферментаційних процесів у фармацевтичній промисловості [1, 2]. Проте безпосереднє впровадження ПАТ у секторі сільського господарства потребує суттєвого доопрацювання та додаткових досліджень з огляду на специфіку малотоннажного виробництва на вітчизняних підприємствах.

Лабораторний ферментаційний комплекс (далі – ЛФК) розробляється як інструментарій для досліджень у межах ПАТ і ЯчП з метою подальшого вдосконалення технологій та систем контролю у виробництві мікробіологічних засобів захисту рослин гарантованої якості.

Аналіз та узагальнення науково-технічної інформації щодо напрямів розроблення лабораторних ферментаційних установок для масштабування або створення нового устаткування [3] засвідчили, що основним типом процесу ферментації МБЗЗР є періодичний. Відповідно розроблено блочно-модульну структуру ЛФК (рис. 1), яка містить:

- модуль передферментаційних процесів МТ1;
- технологічний модуль підготовки повітря та води МТ2;

– технологічний модуль виробничої ферментації МТ3 із системою автоматизації;

– модуль автоматизованої системи наукових досліджень (далі – АСНД).

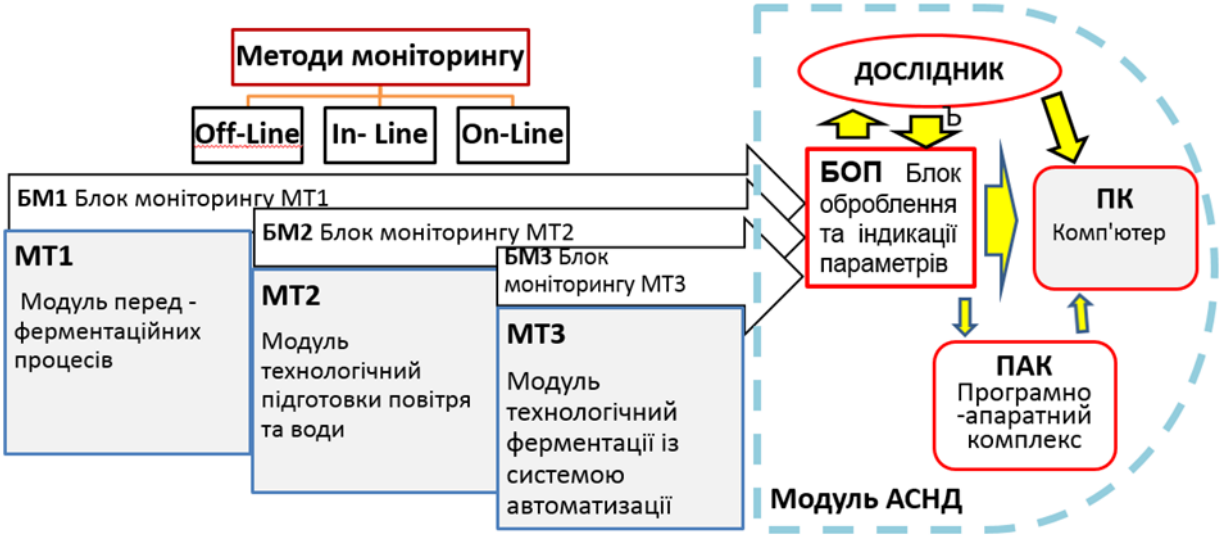


Рисунок 1 – Блочно-модульна структура ЛФК

Модуль МТ1 безпосередньо до складу ЛФК не входить, але параметри його продукції (поживного середовища та посівної культури) є вихідними для МТ3, тому підлягають контролю під час реалізації процесно-аналітичного підходу.

Технологічний модуль МТ2 забезпечує фільтрацію та стерилізацію повітря і води, що подаються у ферментер, за відомими типовими схемами.

Модуль МТ3 складається із лабораторних реакторів, у яких масштабуються процеси виробничої ферментації. Визначено основні техніко-технологічні рішення біореакторів (рис. 2), які включають їх типові схеми перемішування [4]: Ф1 – циркуляційну, Ф2 – барботажну, Ф3 – механічну.

Модуль АСНД містить: блоки моніторингу БТ1, БТ2, БТ3 із визначеними методами контролю основних параметрів та відповідними датчиками; блок оброблення та індикації параметрів; програмно-апаратний комплекс ПАК для безпосереднього керування основними показниками; персональний комп’ютер ПК із програмним забезпеченням для розрахунків і накопичення бази даних. Проведено аналіз підсистем контролю типових технологій виробництва МБЗЗР, у яких методом in-line вимірюють такі параметри, як температура, тиск, маса під час дозування, pH тощо. Основні показники якості проміжних продуктів (чистота, стерильність, титр культуральних рідин) вимірюються off-line з малою тривалістю, що дає змогу використовувати їх для тестування або керування ферментацією в режимі реального часу.

Відповідно до концепції ПАТ визначено основні методи вимірювання параметрів та показників ЛФК [5]. Основними критеріями вибору слугували економічна доцільність конкретного інструменту, виходячи з вартості продукції та технологічного устаткування малих підприємств із виробництва МБЗЗР.

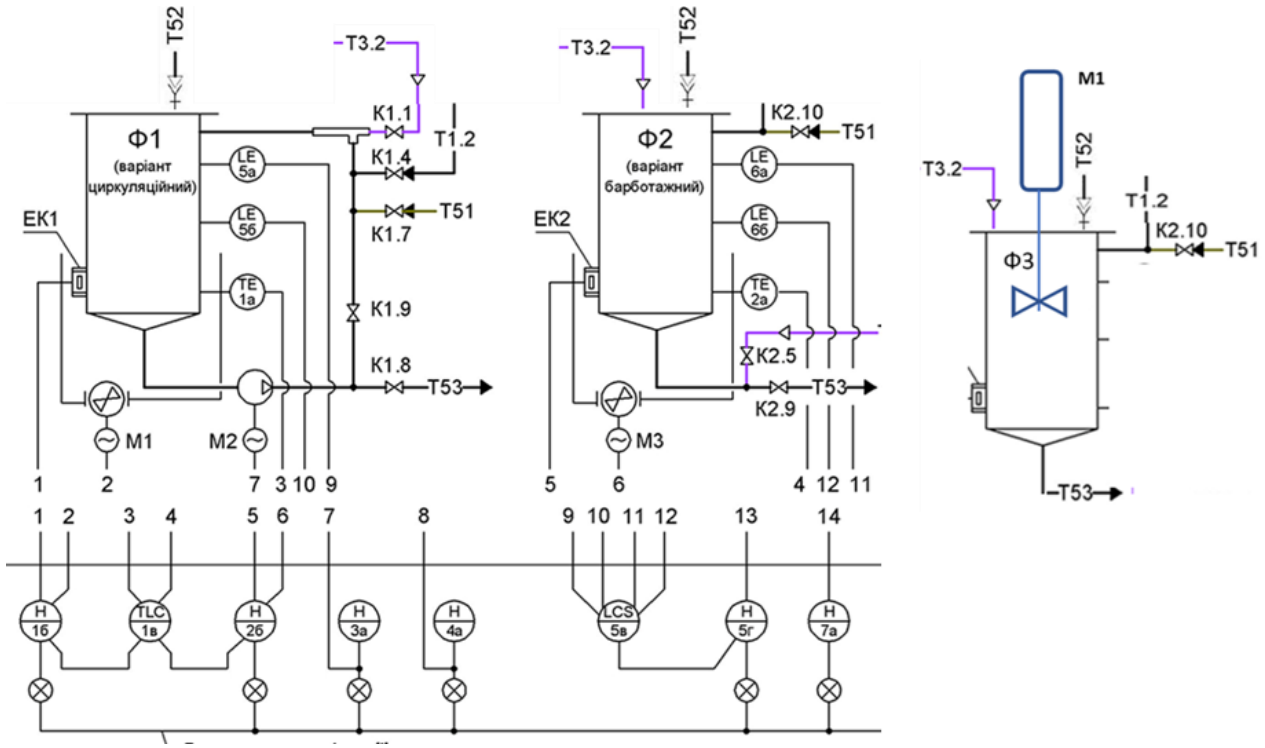


Рисунок 2 – Основні технічні рішення модулю МТЗ з системою автоматизації

ПАТ базується на моніторингу критичних показників матеріалів (далі – КПМ) і критичних параметрів процесу (далі – КПП) кожного етапу виробничого циклу або технологічного процесу. Ці чинники визначають критичні показники якості КПЯ продукції, а на проміжних етапах – ключовий індикатор результативності КІР. Обґрунтовано основні показники КПМ та КПП для обраного модулю МТЗ із відповідними датчиками у блоках моніторингу. Наприклад, їхня частина, що характеризує культуральну рідину у ферментері, охоплює такі параметри: температура; водневий показник pH; розчинений кисень pO_2; окисно-відновний потенціал; оптична мутність (нефелометрія та турбідиметрія); електропровідність; загальна щільність клітин (інфрачервона спектроскопія); концентрація життєздатних клітин (імпедансна спектроскопія).

Перелік послань

1. Campolongo G. Biopharma PAT – quality attributes, critical process parameters & key performance indicators at the bioreactor. White Paper. Hamilton. 2018. 20 p.

2. Jenzsch M. et al. Trends in Process Analytical Technology: Present state in bioprocessing. *Adv Biochem Eng Biotechnol*. 2018. Vol. 165. P. 211–252.

3. Беспалов І. М., Ярошевський В. П. Економічна ферментаційна установка для виробництва мікробіологічних засобів захисту рослин. *Системи виробництва і застосування засобів біологізації землеробства*: монографія. Київ: Аграрна наука, 2022. С. 100–121.

4. Moresi M. Design and operation of a multifunctional pilot-scale bioreactor for enhanced aerobic fermentation. *Fermentation.* 2025. Vol. 11(2). 101.

5. Kim Eun Ji et al. Process Analytical Technology tools for monitoring pharmaceutical unit operations: A control strategy for continuous process verification. *Pharmaceutics.* 2021. Vol. 13(6). P. 919.

DEVELOPMENT OF A BLOCK-MODULAR STRUCTURE FOR A LABORATORY FERMENTATION COMPLEX FOR PROCESS ANALYTICAL TECHNOLOGY IN THE PRODUCTION OF MICROBIOLOGICAL PLANT PROTECTION PRODUCTS

V. Yaroshevsky, PhD;
I. Bespalov, PhD

inbesp@gmail.com

Engineering and Technological Institute «Biotekhnika» of NAAS, Ukraine

A block-modular structure for a laboratory fermentation complex has been developed, consisting of the process modules of the fermentation unit and a module for an automated scientific research system. The main technical and technological solutions for fermenters with circulation, bubbling, and mechanical mixing schemes have been determined. The main methods for monitoring the complex's parameters and performance indicators have been substantiated.

УДК 632.08

ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЇ БІОРЕАКТОРА АФ-0,170

Ярошевський В. П.[1], кандидат технічних наук;
Ясинський С. П.[1], кандидат технічних наук;
Булгаков В. М.[2], доктор технічних наук, професор, академік НААН України

wladscience@gmail.com

[1]***Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН, Україна;***
[2]***Національний університет біоресурсів і природокористування, Україна***

Біореактор АФ-0,170 – ферментер-стерилізатор, основним призначенням якого є виробництво невеликих партій мікробних препаратів для захисту рослин у біолабораторіях та на невеликих біофабриках. У роботі представлено інженерні рішення щодо оптимізації системи терморегуляції біореактора, реалізація яких дасть змогу скоротити час охолодження поживного середовища після термічної стерилізації в 3–4 рази.

Ферментери-стерилізатори є одним із найпоширеніших типів біореакторів, які застосовуються у ферментаційній технології виробництва фармацевтичних препаратів, харчових продуктів, хімічних сполук біологічного походження [1]. Не є виключенням і виробництво мікробних препаратів для захисту рослин.

Однією з проблем апаратів цього типу є необхідність відведення надлишкової теплоти від поживного середовища (далі – ПС) після проведення термічної стерилізації протягом короткого часу, тобто охолодження ПС від температури стерилізації (120 °С) до температури засівання культури (28–32 °С). У промислових масштабах питання вирішується застосуванням проточних теплообмінників різної конструкції [1, 2]. Це простий і дешевий спосіб, який, однак, потребує наявності окремого контуру охолодження та дотримання стерильних умов у з'єднувальних трубопроводах та самому теплообмінному апараті, а отже, вимагає застосування й джерела пари [2]. За наявності інфраструктури промислового виробництва дотримання цих вимог не є проблемою. Однак для малотоннажного виробництва, властивого випуску мікробних препаратів для захисту рослин у біолабораторіях та на невеликих біофабриках, вирішення цього питання пов'язане з технічними складнощами [3]. Оскільки, як правило, такі підприємства в Україні не мають окремих тепло- та холодогенераторів для забезпечення терморегуляції ПС у проточний спосіб.

Як правило, на невеликих підприємствах із випуску мікробних препаратів для захисту рослин застосовують ферментаційні апарати місткістю 50–500 дм^3, тобто пілотні біореактори [3]. Одним із таких апаратів є автономний біореактор типу АФ [4], який розробив Інженерно-технологічним інститутом «Біотехніка»

НААН для задоволення потреб біолабораторій у ферментерах-стерилізаторах середньої місткості (до 300 дм^3). Інститутом виробляються біореактори АФ місткістю 170 дм^3 та 270 дм^3 – АФ-0,170 та АФ-0,270 відповідно. Типове оснащення цих біореакторів передбачає турбінну мішалку, барботер, водяну сорочку з нагрівачами (ТЕНами), а також системи контролю температури та аварійного скидання тиску [4].

Під час роботи апарата в режимі стерилізації необхідну температуру ПС підтримують шляхом автоматичного керування ТЕНами. Режим охолодження ПС передбачає остигання середовища в ємності апарату. Експлуатація біореактора АФ-0,170 в умовах дослідного виробництва показала, що для остигання середовища в ферментаційній ємності до температури інокуляції потрібно 18–24 год. Така тривалість процесу може бути допустимою лише в умовах проведення досліджень. Реальне виробництво потребуватиме значного скорочення цього часу.

З цією метою в Інституті було розроблено окрему систему терморегуляції автономного ферментера АФ-0,170, робота якої передбачає проточне охолодження не ПС, а води із сорочки. Система складається з сухої градирні, циркуляційного насоса з мокрим ротором, шафи автоматичного керування та приладів фіксації робочих параметрів (рис. 1). Система повністю ізольована від основних вузлів ферментера і не впливає на їх роботу.

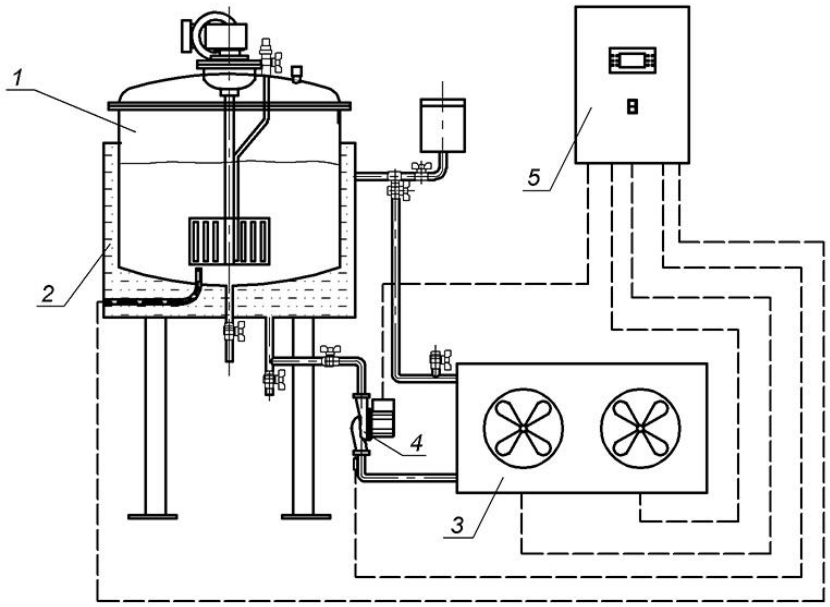


Рисунок 1 – Система терморегуляції автономного ферментера АФ-0,170:
1 – ферментаційна ємність; 2 – водяна сорочка; 3 – суха градирня;
4 – циркуляційний насос; 5 – шафа керування

Основним пристроєм системи терморегуляції є суха градирня – теплообмінний апарат, призначений для охолодження рідини шляхом обдування поверхні теплообміну повітряними потоками, тобто без прямого контакту рідкої та газоподібної фаз [5]. Градирня має розвинену поверхню

теплообміну з мідних труб із оребренням та оснащена двома осьовими вентиляторами. Розрахункова потужність теплообмінника становить 5,5 кВт.

Роботу системи терморегуляції повністю автоматизовано. Керування системою відбувається за допомогою стандартного терморегулятора Eliwell 974, який вмикає та вимикає циркуляційний насос та вентилятори градирні залежно від температури безпосередньо всередині ферментаційної ємності. Устаткування системи дає змогу не тільки охолоджувати ПС після стерилізації, а й більш плавно регулювати температуру середовища під час культивування мікроорганізмів. А застосування незамерзаючої робочої рідини замість води дозволяє працювати не тільки у сезон, а й взимку.

Розрахунки показують, що охолодження 120 дм^3 ПС, яке пройшло термічну стерилізацію, відбуватиметься протягом 6 год. Таким чином, тривалість процесу між доферментаційною стадією виробництва та стадією культивування мікроорганізмів скорочується в 3–4 рази.

Наразі в ІТІ «Біотехніка» НААН виготовлено експериментальний зразок системи терморегуляції та проводиться його тестування. Після доопрацювання таку систему можна буде використовувати на невеликих біофабриках та у біолабораторіях із виробництва мікробних препаратів для захисту рослин для біореакторів місткістю до 200 дм^3.

Перелік посилань

1. Stanbury P. F., Whitaker A., Hall S. J. Principles of fermentation technology. 3rd ed. Butterworth-Heinemann: Burlington. 2016. 824 p.

2. Doran P. Heat transfer. Bioprocess engineering principles (2nd ed.). Academic Press, 2013. P. 333–377.

3. Беспалов І. М., Ярошевський В. П. Економічна ферментаційна установка для виробництва мікробіологічних засобів захисту рослин. *Системи виробництва і застосування засобів біологізації землеробства*: монографія / В. М. Бельченко та ін. Київ: Аграрна наука, 2022. С. 100–121.

4. Ярошевський В. П., Осипенко Т. М., Пиляк Н. В. Автономний біореактор для малотоннажного виробництва мікробіологічних засобів захисту рослин. *Системи виробництва і застосування засобів біологізації землеробства*: монографія / В. М. Бельченко та ін. Київ: Аграрна наука, 2022. С. 138–148.

5. Hnayno M. et al. Experimental investigation of an optimized indirect free cooling system including a dry cooler equipped with evaporative cooling pads for data center, *Energy Reports*. 2023. Vol. 9. P. 460–469.

THERMAL REGULATION SYSTEM OPTIMIZATION FOR BIOREACTOR AF-0.170

V. Yaroshevsky[1], PhD;
S. Yasynskyi[1], PhD;
V. Bulgakov[2], D.Sc., Prof., Academician

wladscience@gmail.com

[1]***Engineering and Technological Institute «Biotekhnika» of NAAS, Ukraine;***
[2]***National University of Life and Environmental Sciences, Ukraine***

The AF-0.170 bioreactor is a fermenter-sterilizer, developed for small batches of microbial pesticide manufacturing in biological laboratories and small-scale biofactories. The paper presents engineering solutions for thermal regulation system optimization of the bioreactor. Their implementation should reduce the cooling time of the nutrient medium following thermal sterilization in 3–4 times.

СЕКЦІЯ 2
МАСОВЕ КУЛЬТИВУВАННЯ І ВИКОРИСТАННЯ ФІТОФАГІВ ТА ЕНТОМОАКАРИФАГІВ

УДК 658.562:638.4

ПРИНЦИПИ НАССР У ПРОМИСЛОВОМУ РОЗВЕДЕННІ КОМАХ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА КОРМІВ

Барабаш А. Д.;
Дундєва І. В.

bad53421@gmail.com

Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН, Україна

Розглянуто впровадження системи Hazard Analysis and Critical Control Point (далі – НАССР) у промисловому розведенні комах для виробництва кормів як обов'язкової умови для забезпечення безпеки кінцевого продукту. Наведено структуру та особливості застосування семи класичних принципів НАССР у цій галузі.

Контроль якості у масовому розведенні комах – це надзвичайно важливий етап, який забезпечує стабільність, безпеку та економічну ефективність виробництва. Оскільки комах вирощують для виробництва кормів, харчових продуктів, захисту рослин або біомедицини, будь-які відхилення в популяції можуть призвести до закриття підприємства.

У попередні роки нами розроблено систему менеджменту якості на ентомологічному виробництві, яка базується на стандартах ISO та принципах НАССР (Аналіз ризиків і критичні контрольні точки), викладених у Регламенті європейського парламенту і ради (ЄС) 852/2004 від 29 квітня 2004 р. [1].

НАССР – це система управління безпекою харчових продуктів, яка запобігає ризикам на виробництві, а не перевіряє вже готову продукцію. Випуск продукції необхідної якості забезпечується шляхом отримання інформації про виробничі процеси, параметри та дефекти [2]. За допомогою циклу Демінга Plan-Do-Check-Act (далі – PDCA) [3] ми спробували перенести концепцію НАССР на ентомологічне виробництво, що є основою для створення безпечного, керованого та ефективного ентомологічного виробництва, зокрема для вирощування та переробки комах для харчових або кормових цілей. Поєднання цих двох методологій дозволяє не лише забезпечити безпеку продукту, а й постійно вдосконалювати нестабільні біологічні процеси.

І хоча прямих наукових публікацій, присвячених цій вузькоспеціалізованій темі конкретно для ентомологічного виробництва у провідних базах даних практично немає, з'являються дослідження щодо розроблення плану HACCP саме у виробництві комах як харчового продукту або корму.

Вживання комах у їжу людьми або тваринами вже давно є частиною раціону в значній частині світу, проте в інших регіонах комахи вважаються новим видом їжі. Це може стати стратегічною альтернативою в майбутньому раціоні людини для вирішення проблеми продовольчої безпеки населення світу, що постійно зростає, оскільки для вирощування комах використовуються екологічно більш стійкі системи виробництва, ніж ті, що потрібні для розведення інших тварин. Розглядаючи комах як харчовий продукт або корм, необхідно гарантувати їхню безпеку. Тому виробники повинні впроваджувати план аналізу ризиків та критичних контрольних точок (HACCP), щоб обмежити ризики для здоров'я споживачів.

У журналі FOODS опубліковано тематичне дослідження французьких науковців, метою якого було розроблення плану HACCP на основі ризик-орієнтованого підходу для порошків із личинок *Tenebrio molitor*, призначених для харчування, з метою сприяння його впровадження в промисловість. *Tenebrio molitor*, відомий як жовтий борошняний черв'як, є одним із найцікавіших видів комах з точки зору масового розведення. Його можна переробляти на порошок, що забезпечує тривалий термін зберігання для використання у багатьох потенційних продуктах. Конкретними завданнями було виявлення відповідних значущих біологічних небезпек та оцінка ефективності різних етапів виробничого процесу під час визначення їх як критичних контрольних точок. Потім було проаналізовано комбінації чотирьох різних процесів із чотирма потенційними способами використання порошків споживачами у бургерах, протеїнових коктейлях, дитячих кашах та печиві з точки зору їхньої безпеки [4].

В ІТІ «Біотехніка» НААН підтримується культура *Hermetia illucens* (чорна левинка), передлялечки якої використовуються як сировина для виробництва кормових сумішей, багатих на вміст протеїнів.

Нижче наведено структуру, як саме сім принципів HACCP інтегруються у чотири етапи циклу PDCA в процесі вирощування комах як корму або харчового продукту.

PLAN (Планування)

На цьому етапі закладається теоретична база системи безпеки. Тут виконуються підготовчі кроки та перші два принципи HACCP.

Формування групи HACCP: залучення технологів, ентомологів та фахівців з якості.

Опис продукту та визначення наміченого використання: чітке визначення (наприклад, *борошно з личинок чорної левинки для кормів* або *цілі сушені цвіркуни для споживання людиною*).

Побудова та підтвердження схеми технологічного процесу: опис усіх етапів від інкубації яєць, відгодівлі на субстраті, сепарації личинок до термічної обробки (*сушіння*/*бланшування*) та пакування.

Аналіз небезпек (принцип 1 HACCP):

- *біологічні:* мікотоксини, сальмонела, спороутворювальні бактерії;
- *хімічні:* важкі метали або пестициди у кормовому субстраті (абсолютно критично для комах);
- *фізичні:* залишки субстрату, хітинові фрагменти, сторонні предмети.

Визначення Критичних Точок Контролю (далі – КТК) *(принцип 2 HACCP):* визначення етапів, де ризик можна усунути. Зазвичай це приймання кормового субстрату (вхідний контроль) та термічна обробка (пастеризація/сушіння комах).

DO (Виконання)

Перенесення запланованого у реальний виробничий процес. Впровадження операційного контролю.

Встановлення критичних меж для кожної КТК (принцип 3 HACCP). Наприклад, температура бланшування комах має бути не менше ніж 90 °C протягом 5 хвилин для знищення патогенів.

Створення системи моніторингу (принцип 4 HACCP): призначення відповідальних осіб, які фіксують показники.

- автоматичний запис температури в сушильних шафах;
- лабораторний аналіз кожної партії субстрату на вміст токсинів перед згодовуванням;
- навчання персоналу: оскільки робота з комахами має специфічні гігієнічні вимоги (*контроль вологості*, *запобігання вильоту імаго*), персонал проходить інструктаж щодо дотримання санітарних зон та програм-передумов PRPs (PRP – Prerequisite Programs). В Україні Наказом Мінагрополітики № 590 від 01.10.2012 затверджено обов'язковий перелік із 13 програм-передумов [5].

CHECK (Перевірка)

Оцінка ефективності роботи впровадженої системи та фіксація відхилень.

- розробка коригувальних дій (*принцип 5 HACCP*): що робити, якщо процес вийшов з під контролю? Наприклад, якщо температура сушіння впала нижче ніж +80 °C, партія комах ізолюється, відправляється на повторну термічну обробку або утилізується;
- процедури верифікації (*принцип 6 HACCP*): перевірка того, чи система HACCP взагалі працює;
  - періодичні лабораторні тести готової продукції (комах потрібної для реалізації стадії) на мікробіологію;
  - внутрішні аудити виробництва;
  - калібрування термометрів та вологомірів.

ACT (Дія / Вдосконалення)

Етап систематичного покращення на основі отриманих даних. Ентомологічні підприємства часто стикаються зі зміною мікробіому або адаптацією комах, тому цей етап є критичним.

– ведення обліку та документації (*принцип 7 HACCP*): аналіз журналів моніторингу, скарг клієнтів та випадків браку;

– перегляд системи (актуалізація): якщо верифікація (Check) показала, що певний вид субстрату постійно призводить до перевищення допустимого рівня кадмію чи іншого важкого металу в личинках, на етапі Act приймається рішення змінити постачальника субстрату або посилити вхідний контроль.

– коригування циклу: зміна технологічних параметрів, модернізація обладнання для сепарації личинок або оновлення інструкцій для персоналу, що повертає систему на новий, якісніший етап Plan.

Така інтеграція гарантує, що біолабораторія не просто випускає безпечний продукт сьогодні, але й має системний інструмент для адаптації до біологічних ризиків у майбутньому.

Перелік посилань

1. Регламент європейського парламенту і ради (ЄС) № 852/2004 від 29 квітня 2004 року Про гігієну харчових продуктів https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_002-04#Text.

2. Перелік обов'язкових програм-передумов для побудови системи HACCP операторами ринку харчових продуктів. http://kyiv-dpss.gov.ua/page/view/systemNassr.

3. Walter A. (2012) Shewhart, Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control Courier Corporation. ISBN 048617087X, 9780486170879, 176.

4. *Foods*. 2020. 9(11):1528. https://doi.org/10.3390/foods9111528.

5. Про затвердження Вимог щодо розробки, впровадження та застосування постійно діючих процедур, заснованих на принципах Системи управління безпечністю харчових продуктів (HACCP): Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 01.10.2012 р. № 590. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1704-12#Text.

HACCP PRINCIPLES IN THE INDUSTRIAL BREEDING OF INSECTS FOR FEED PRODUCTION

A. Barabash;
I. Dundeva

bad53421@gmail.com

Engineering and Technological Institute «Biotekhnika» of NAAS, Ukraine

This paper examines the implementation of the HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) system in the industrial rearing of insects for feed production as a mandatory requirement for ensuring the safety of the final product. It outlines the structure and specific features of applying the seven classic HACCP principles in this industry.

УДК 632.9:595.79:632.4

ВПЛИВ БІОФУНГІЦИДІВ НА БІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЗОЛОТООЧКИ ЗВИЧАЙНОЇ (*CHRYSOPA CARNEA* STEPH.)

Баркар В. П.;
Голуб Є. А., кандидат сільськогосподарських наук;
Звонарьова С. М.;
Лубяна Л. М.;
Гурінчик В. Д.

eva.golub.1979@ukr.net

Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН, Україна

Досліджено вплив 2% розчинів біофунгіцидів Планриз, Триходермін та Вітастим на розвиток золотоочки звичайної (Chrysopa carnea). Встановлено особливості виживання личинок, формування коконів та виходу імаго. Виявлено різний вплив препаратів залежно від стадії розвитку ентомофага, що є важливим для їхнього сумісного застосування в інтегрованому захисті рослин.

На сучасному етапі розвитку агропромисловий комплекс все частіше орієнтується на екологічно безпечні напрями землеробства та зниження пестицидного навантаження на агробіоценози. Система інтегрованого захисту рослин передбачає комбіноване або послідовне використання біологічних фунгіцидів та корисних ентомофагів [1]. Водночас поєднання біологічних агентів різної природи потребує оцінки їхньої сумісності та можливого токсичного впливу мікробних препаратів на ентомофауну. Особливої уваги заслуговує ентомофаг золотоочка звичайна (*Chrysopa carnea*), яка є одним із найефективніших поліфагних хижаків у системах біоконтролю та відіграє ключову роль у регуляції чисельності широкого спектра шкідників (попелиць, трипсів, павутинних кліщів, яєць та личинок лускокрилих) у закритому та відкритому ґрунті [2]. Водночас дані щодо прямого впливу поширених біофунгіцидів на біологічні показники *C. carnea* залишаються обмеженими й потребують подальшого вивчення. Аналіз наукових джерел показав, що взаємодія мікробних біопрепаратів із корисними комахами залежить від багатьох чинників – виду організму, складу препарату, його концентрації та стадії розвитку самого ентомофага [3]. Особливий інтерес викликають препарати на основі *Trichoderma spp.*, адже їхній вплив досить часто має опосередкований характер і проявляється через активацію захисних реакцій рослин та зміну взаємозв'язків в системі «рослина – шкідник – корисний ентомофаг» [1].

Метою досліджень було оцінити вплив 2% розчинів біофунгіцидів Планриз, Триходермін та Вітастим на біологічні показники золотоочки звичайної, *Chrysopa carnea*, зокрема виживання личинок, формування коконів та вихід імаго.

Дослідження проводили на базі відділу промислової ентомології Інженерно-технологічного інституту «Біотехніка» НААН України. Використовували 2% робочі розчини препаратів, як контроль застосовували дистильовану воду.

Вплив біопрепаратів на розвиток личинок визначали на особинах *C. carnea* II віку (по 20 личинок у кожному варіанті досліду). Дослід проводили у п'ятикратній повторності, таким чином, загалом було досліджено по 100 особин на кожен варіант. Обробку здійснювали за допомогою вологого пензлика, змоченого відповідним робочим розчином, під час перенесення личинок у 1-літрові пластикові ємності. У період розвитку личинок годували яйцями зернової молі (*Sitotroga cerealella*) у надлишку. Визначали кількість личинок, які досягли стадії кокона, вихід імаго з утворених коконів та загальний вихід імаго від початкової кількості личинок.

Для оцінювання впливу біофунгіцидів на стадію кокона використовували по 20 щойно сформованих коконів у кожній повторності. Загалом у кожному варіанті досліджували 100 коконів. Обробку проводили шляхом дрібнодисперсного обприскування 2% робочими розчинами препаратів. Після завершення розвитку визначали вихід імаго. За результатами досліджень встановлено відмінності у показниках розвитку личинок *C. carnea* залежно від застосованого препарату (рис. 1).

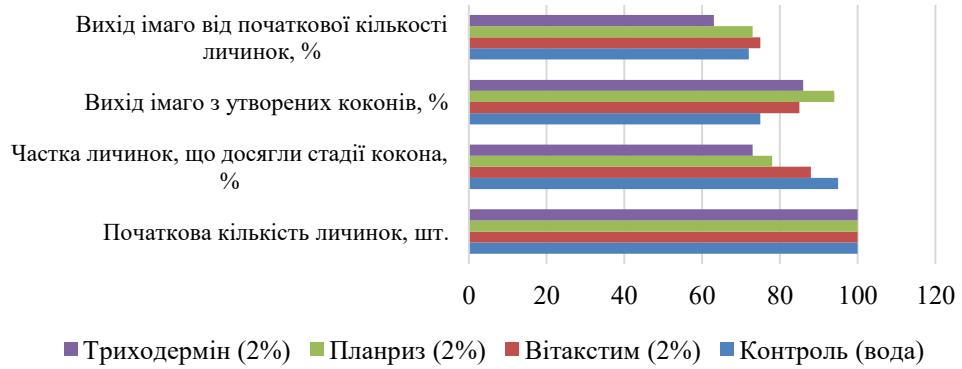


Рисунок 1 – Вплив 2% розчинів біофунгіцидів на розвиток та вихід імаго *Chrysopa carnea* при обробці личинок II віку

Встановлено, що біофунгіциди зменшували кількість личинок, що формували кокони, але водночас підвищували частоту виходу імаго, особливо за умов застосування Планризу. Так, у контролі до стадії кокона дійшло 95 % личинок, тоді як за впливу біофунгіцидів цей показник був суттєво нижчим: Вітастим – 88 %, Планриз – 78 %, Триходермін – 73 %. Разом з тим було зафіксовано значно вищий відсоток виходу імаго з коконів порівняно з

контролем: Планриз – 94 % проти 75 %, а за застосування Триходерміну та Вітастиму показники становили 86 і 85 % відповідно.

За показником загального виходу імаго від початкової кількості оброблених личинок найвищий результат отримано у варіанті з Вітастимом – 75 %, що перевищувало значення у контролі (72 %) та за застосування Планризу (73 %). Суттєво менший вихід імаго зафіксовано за використання Триходерміну – 63 %. Отримані результати вказують на тенденцію до підвищення загального виходу імаго за дії Вітастиму та до його зниження за використання Триходерміну порівняно з контролем. Результати прямої обробки коконів 2% розчинами біофунгіцидів показано на рис. 2.

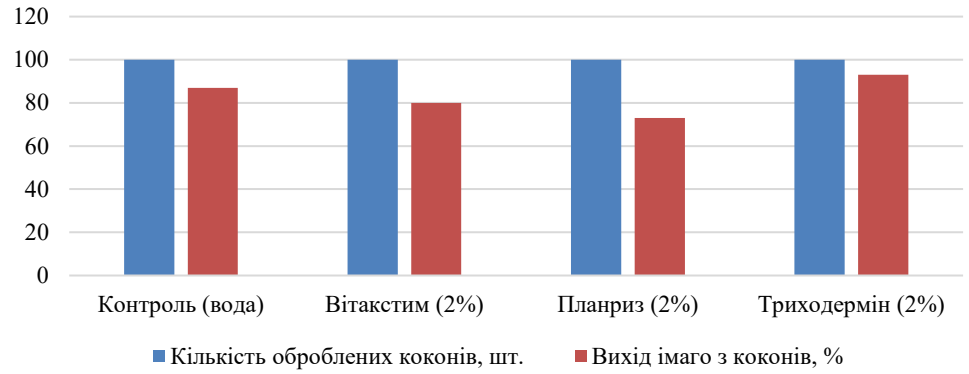


Рисунок 2 – Вихід імаго *Chrysopa carnea* після прямої обробки коконів біофунгіцидами

За прямої обробки коконів найвищий вихід імаго *Chrysopa carnea* зафіксовано у варіанті з Триходерміном – 93 %, що на 6 % перевищувало контрольний показник (87 %). За застосування Вітастиму та Планризу вихід імаго становив відповідно 80 та 73 % відповідно, що свідчить про тенденцію до його зниження порівняно з контролем.

Порівняльний аналіз результатів обробки личинок і коконів виявив залежність показників розвитку *C. carnea* від стадії онтогенезу, на якій відбувався контакт із біофунгіцидами. За обробки личинок найвищий загальний вихід імаго спостерігали у варіанті з Вітастимом (75 %), тоді як за обробки коконів максимальне значення встановлено для Триходерміну (93 %). Отже, характер реакції ентомофага на досліджувані препарати визначається фазою його розвитку.

Отримані результати демонструють різноспрямований характер реакції *C. carnea* на досліджувані біофунгіциди та важливість урахування стадії розвитку ентомофага під час оцінювання їхнього впливу на біологічні показники. Виявлені особливості можуть стати основою для визначення оптимальних поєднань біологічних засобів захисту рослин в інтегрованих системах їхнього вирощування.

Висновки

У лабораторних умовах встановлено відмінності у біологічних показниках розвитку *C. carnea* за умов взаємодії з 2% розчинами Планризу,

Триходерміну та Вітастиму. За обробки личинок II віку спостерігалася тенденція до зниження частки особин, які досягали стадії кокона, порівняно з контролем. За загальним виходом імаго від початкової кількості личинок найвище значення зафіксовано за використання Вітастиму – 75 %. При прямій обробці коконів найвищий вихід імаго спостерігався за застосування Триходерміну – 93 %, тоді як в контролі він становив 87 %. За використання Вітастиму та Планризу зафіксовано тенденцію до зниження виходу імаго. Отримані дані свідчать про необхідність урахування стадії розвитку ентомофага під час оцінювання його сумісності з біофунгіцидами.

Перелік посилань

1. Sazonova K., Andrienko O., Tsyhanenko K., et al. Antifungal activity of non-volatile low-molecular-weight exometabolites of Trichoderma spp. strains against phytopathogenic micromycetes. *Мікробіологічний журнал*. 2025. Т. 87, № 2. С. 47–59. https://doi.org/10.15407/microbiolj87.02.047.

2. Kurchenko I., Patyka V., Kalinichenko A., Kopylov Y. Chemical dialogue between plants and beneficial microorganisms. *Plant-Microbe Interactions*. Elsevier Academic Press, 2023. P. 215–240.

3. Васильєв О. А., Бурикіна С. І., Руденко В .А., Сауляк Н. І., Пиляк Н. В. Вплив біофунгіцидів на фітосанітарний стан насіння ячменю ярого. *Український журнал природничих наук*. 2024. Вип. 9. С. 145–152. https://doi.org/10.32782/naturaljournal.9.2024.20.

EFFECT OF BIOFUNGICIDES ON BIOLOGICAL PARAMETERS AND DEVELOPMENT OF THE COMMON GREEN LACEWING (*CHRYSOPA CARNEA* STEPH.)

V. Barkar;
Y. Holub, PhD;
S. Zvonarova;
L. Lubiana;
V. Gurinchik

eva.golub.1979@ukr.net

Engineering and Technological Institute «Biotekhnika» of NAAS, Ukraine

The effect of 2% solutions of Planriz, Trichodermin and Vitastim biofungicides on the development of the common green lacewing (Chrysopa carnea) was studied. Differences in larval survival, cocoon formation and adult emergence were determined. Trends in biological parameters depended on the biofungicide and developmental stage of the entomophagous insect. The obtained results may be useful for assessing the compatibility of microbial preparations with beneficial entomophages in integrated pest management.

УДК 595:5

ВИДОВИЙ СКЛАД ПАВУКІВ АГРОЦЕНОЗІВ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ

Делі О. Ф.[1], кандидат біологічних наук, доцент;
Сугак І. М.[1];
Мацегора В. В.[1];
Петрик О. М.[1];
Ужевська С. П.[2], кандидат біологічних наук, доцент

delijka@ukr.net

[1]*Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, Україна;*
[2]*Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, Україна*

Виявлено видовий склад павуків різних агроценозів у Південному Степу України. Встановлено відмінності у видовому складі павуків різних агроценозів. Павуків в агроценозах можна використовувати як ентомофагів та індикаторну групу.

Однією з особливостей павуків в агроценозах є їхнє різноманіття та чисельність. В Одеській області, за даними наукової літератури, в агроценозах зафіксовано 40 видів павуків [1, 2]; у Чернівецькій (на Буковині) – близько 40, а в Київській області у посівах сільськогосподарських культур та прилеглих біотопах виявлено 97 видів [3, 4]. В агроценозах павуки характеризуються збідненим видовим складом, що пов'язано з проведенням сезонних агротехнічних заходів [1]. Зміни клімату, що спостерігаються останнім часом, чинять суттєвий вплив на життєдіяльність та екологію павуків: визначають рівень їхньої активності, здатність до розмноження, тривалість життєвого циклу та доступність кормової бази (комах). Необхідно зазначити, що фауна агроценозів формується з навколишнього середовища. На домінування та біологічні цикли павуків суттєво впливають вологість і температура повітря та ґрунту, тому в різні роки в агроценозах можуть домінувати різні їхні види, про що зазначають у науковій літературі [2]. Метою даного дослідження було встановлення таксономічного складу павуків в різних агроценозах Одеської області.

Матеріал збирали на полях пшениці, гороху, кукурудзи та соняшнику в Одеській області в 2026 р. в селищі Хліборобське, а також селах Дачне та Алтестове. Збір павуків проводили за стандартними методиками. Ідентифікацію павуків проведено за допомогою інтернет-визначника «Spiders of Europe» [5].

Результати дослідження

У результаті проведених досліджень в агроценозах було виявлено 32 види павуків із 14 родин. Максимальну кількість видів павуків (24 види) зафіксовано в посівах соняшнику, що, ймовірно, пов'язано з великою чисельністю попелиць на цій культурі в 2026 р. У посівах пшениці зафіксовано 20 видів павуків, кукурудзи – 14 видів, а найменшу їхню кількість виявлено на горосі – 11 видів (рис. 1). Максимальну чисельність павуків спостерігали в посівах пшениці (3–14 екз./пастку), тоді як на соняшнику цей показник становив 2,9–4 екз./пастку, на горосі – 2,1–3 екз./пастку, а мінімальним він виявився на кукурудзі – 0,3–2,0 екз./пастку.

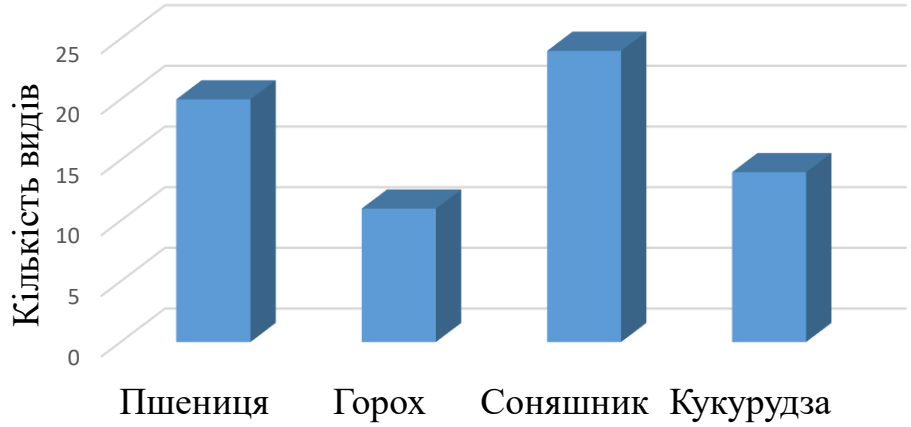


Рисунок 1 – Видовий розподіл павуків у різних агроценозах

Треба зазначити, що є відмінності у видовому складі павуків різних агроценозів. У посівах соняшнику та кукурудзи зафіксовано павуків таких родин: *Thomisidae* (13 %), *Gnaphosidae* (6 %), *Salticidae* (3 %), *Linyphiidae* (6 %), *Araneidae* (12 %), *Lycosidae* (15 %), *Theridiidae* (6 %), *Agelenidae* (3 %), *Dysderidae* (5 %), *Dictynidae* (5 %), *Tetragnathidae* (6 %), *Clubionidae* (6 %), *Pisauridae* (5 %), *Philodromidae* (6 %) та *Cheiracanthiidae* (3 %). В агроценозах із посівами гороху не зафіксовано представників родин *Agelenidae*, *Dysderidae*, *Tetragnathidae*.

Водночас в усіх біотопах зафіксовано павуків родин *Lycosidae* та *Thomisidae*. Ймовірно, саме павуки цих родин відіграють роль ентомофагів шкідників польових культур. У посівах соняшнику та кукурудзи, що межували з лісосмугами, досить часто реєстрували павуків *Linyphia triangularis* (Clerck, 1757) та *Argiope bruennichi* (Scopoli, 1772). Агроценози, що межують із лісосмугами або цілинно-степовими ділянками, характеризуються вищим видовим різноманіттям павуків.

Павука *Cheiracanthium punctorium* (Villers, 1789) у результаті проведених досліджень зафіксовано в посівах кукурудзи. Його укус є досить болючим для людини, тому під час збирання врожаю необхідно дотримуватися правил безпеки.

У посівах пшениці в різних населених пунктах зареєстровано як специфічні, так і спільні види павуків, зокрема *Pardosa lugubris* (Walckenaer, 1802), *Oxyopes heterophthalmus* (Latreille, 1804) та *Xysticus kochi* Thorell, 1872. Найменше видів павуків зустрічається на полях гороху.

В агроценозах та прилеглих біотопах досліджуваного регіону іноді реєструють і небезпечні для людини види павуків, зокрема тарантула південноруського (*Lycosa singoriensis* (Laxmann, 1770)) та каракурта (*Latrodectus tredecimguttatus* (Rossi, 1790)). З-поміж видів, характерних для сухостепових біотопів Північного Причорномор'я, в агроценозах траплялися *Drassodes lapidosus* (Walckenaer, 1802), *Hogna radiata* (Latreille, 1817), *Thomisus onustus* Walckenaer, 1805, *Runcinia grammica* (C. L. Koch, 1837).

Таким чином, фауна павуків в агроценозах Півдня України є досить різноманітною та потребує подальшого вивчення, особливо в контексті розвитку органічного землеробства та збереження біорізноманіття.

Перелік посилань

1. Делі О. Ф., Трач В. А. Павуки як агенти біологічного контролю на полях Одеської області. *Аграрна наука: стан та перспективи розвитку*: зб. тез Першої наук.-практ. конф. (наук. електрон. вид.), 26 березня 2021 р. Одеса: ОДАУ, 2021. С. 12–13.

2. Сергєєв Л. А., Делі О. Ф., Ужевська С. П., Бурикіна С. І., Руденко В. А. Павуки на посівах пшениці озимої та гороху підзимової сівби. *Фітосанітарна безпека*. Міжн. тем. наук. зб. 2024. Вип. 70. С. 277–289. https://doi.org/10.36495/PHSS.2024.70.277289.

3. Евтушенко К. В., Дымань Т. М., Ященко С. А. К изучению пауков (*Aranei*) агроценозов Киевской области. *Український ентомологічний журнал.* 2012. № 1 (4). С. 16–25.

4. Tymchuk K., Polchaninova N., Zhuk A., Leheta U., Voloshyn V., Fedoriak M. Spiders (*Araneae*) as a component of ground-dwelling animal assemblages of the energy crop fields in northern Bukovyna (Ukraine). *Ekológia* (Bratislava). 2021. Vol. 40, No 3. P. 240–247. https://doi.org/10.2478/eko-2021-0026.

5. Nentwig W. The catalog of the spiders Europeaen. Araneae. Spiders of Europe. 2026. https://araneae.nmbe.ch (дата звернення: 15.09.2026).

SPECIES COMPOSITION OF SPIDERS IN AGROCENOSES OF THE SOUTHERN STEPPE

O. Deli[1], PhD, Assoc. Prof.;
I. Suhak[1];
V. Matsehora[1];
O. Petryk[1];
S. Uzhevska[2], PhD, Assoc. Prof.

delijka@ukr.net

[1]***Institute of Climate-Smart Agriculture of NAAS, Ukraine;***
[2]***Odesa State Agricultural Experimental Station of Institute of Climate-Smart Agriculture of NAAS, Ukraine***

The species composition of spiders in various agrocenoses of the Southern Steppe of Ukraine was identified. Differences in the species composition of spiders across different agrocenoses were revealed. Spiders in agrocenoses can be used as entomophages and an indicator group.

UDC 632.937

APPLICATION OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES TO ENHANCE THE VITALITY OF THE ENTOMOPHAGOUS *TRICHOGRAMMA*

L. Gavrilita, D.Sc.
T. Nastas, Dr. habil., Prof.

lidia.gavrilita@sti.usm.md

Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection USM, Republic of Moldova

The fecundity of Trichogramma pintoi (Voegele, 1982) was 24.6 eggs/female, while that of T. dendrolimi (Matsumura, 1926) was 23.0 eggs/female. T. pintoi proved to be slightly more prolific than T. dendrolimi. The hatching rate for T. pintoi was 90.3 %, and for T. dendrolimi 88.5 %. Both species showed a high hatching rate; however, T. pintoi demonstrated a more favorable performance. The parasitism rate for T. pintoi was 78.7 %, and for T. dendrolimi 78.2 %.

Introduction

A kairomone enhances the fitness of the receiver and, in this respect, differs from an allomone, which has the opposite effect, being beneficial to the producer and detrimental to the receiver. Initially, research focused mainly on the study of sex pheromones from a fundamental perspective, due to their role in shaping reproductive behavior; however, subsequent studies revealed other particularly interesting aspects. These substances, released by one sex (most often the female) in extremely small quantities, transmit highly important informational messages for survival and species perpetuation and can also be exploited for species control. The role of kairomones in the biological control of agricultural pests has been described by several authors [1]. To compensate for the limited flight capacity of egg parasitoids and to enable access to freshly laid host eggs, multiple strategies have been developed, including the use of kairomones. The kairomonal effect of certain saturated hydrocarbons on egg parasitoids *Trichogramma brasiliensis*, *Trichogramma exiguum*, and *Trichogramma pintoi* has also been reported [2].

Materials and methods

Objects of the study. The objects of the research were *Trichogramma* species, with the laboratory host *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1789). Fundamental research was onducted under laboratory and field conditions at the Institute of Genetics, Physiology, and Plant Protection, Chișinău.

To assess the behavior of the entomophagous *Trichogramma dendrolimi* and Trichogramma pintoi under the influence of biologically active substances with kairomonal properties, and to compensate for the limited flight capacity of

Trichogramma, several quality-enhancing strategies were developed, including the use of kairomones [3].

Variant 1 (treatment). The searching capacity of *Trichogramma dendrolimi* and *Trichogramma pintoi* as determined separately using a mini-olfactometer with a length of 1.5 m. To evaluate the interaction between biologically active substances with kairomonal properties from Sitotroga cerealella and the behavior of entomophagous species, bean plants grown under laboratory conditions were treated with the SBA extract (optimal variant) at a concentration of 30 % and an exposure time of 5 minutes.

Variant 2 (control). The plants were not treated with SBA, and *Trichogramma dendrolimi* and *Trichogramma pintoi* V. were released separately. In each variant, the entomophagous insects were introduced at the optimal parasitoid-host ratio of 1:30, meaning that one female corresponded to 30 grain moth eggs. After 4–5 days, the number of parasitized eggs was recorded, and the percentage of parasitism was determined. The experiments were conducted in three replicates.

Variant 1 (kairomone). The searching capacity of *Trichogramma dendrolimi* and *Trichogramma pintoi* was determined separately in glass tubes with a length of 1.5 m. The experiments were conducted under laboratory conditions. A cotton plug impregnated with kairomone was placed at one end of the tube, while *Trichogramma dendrolimi* and *Trichogramma pintoi* were released separately at the opposite end. The time required for females to cover the distance of 1.5 m was recorded.

Variant 2 (control). The searching capacity was determined in glass tubes with a length of 1.5 m under laboratory conditions. A cotton plug soaked with distilled water was placed at one end of the tube, while *Trichogramma dendrolimi* and *Trichogramma pintoi* V. were released separately at the opposite end. The time required for females to cover the distance of 1.5 m was recorded.

Results and discussion

The experiments were conducted at a temperature of 23–25 °C, and humidity 70–75 %.

1. Determination of the searching capacity of *Trichogramma dendrolimi* and *Trichogramma pintoi* as a result of the influence of the kairomone of *Sitotroga cerealella* at the egg stage (mini-olfactometer).

2. Searching capacity of *T. dendrolimi* and *T. pintoi*, second generation after diapause, in the mini-olfactometer, 2025.

Table 1 – Searching capacity of *T. dendrolimi*, second generation after diapause (mini-olfactometer)

***Trichogramma* species**	**Parasitized eggs in treatments, %**		**Parasitized eggs in treatments, %**	
	With SBA	**Control (without SBA)**	**With SBA**	**Control (without SBA)**
T. pintoi	2614	1511	87,13±2,8	50,3±2,8
T. dendrolimi	2489	1336	83,0±3,7	44,5±2,5
DEM (Td = 2,0–3,0 > 1,96 = To.o5)				

The searching capacity of *T. pintoi* in the kairomone treatment in a mini-olfactometer with obstacles: out of 3.000 cereal moth eggs offered for parasitism, 87.13 % were parasitized. In the control (without kairomone) in a mini-olfactometer with obstacles, the parasitism rate from 3.000 eggs was 50.3 %. The searching capacity of *T. dendrolimi*: 83.0 % of the 3.000 moth eggs offered for parasitism were parasitized. In the control (without kairomone) in a mini-olfactometer with obstacles, the parasitism rate was 44.5 % out of the 3.000 eggs offered. In the kairomone treatments, the parasitism rate was significantly higher compared to the control.

Searching capacity of *T. pintoi* and *T. dendrolimi*, second generation after diapause (in glass tubes), average temperature –23 to –25 °C.

The analysis of the searching capacity of *Trichogramma* females (*T. pintoi* and *T. dendrolimi*) in glass tubes was conducted. The orientation and searching ability of females of the two *Trichogramma* were evaluated in the presence and absence of a bio-attractive substance (SBA). The time required for females to reach the source was significantly shorter in the SBA treatment: for *T. pintoi*, 17.3 min with SBA compared to 50.1 min in the control without SBA; for *T. dendrolimi*, 19.8 min with SBA compared to 42.5 min in the control without SBA.

For *T. pintoi*: time difference: 50.1 – 17.3 = 32.8 minutes.

For *T. dendrolimi*: time difference: 42.5 – 19.8 = 22.7 minutes.

The presence of the biologically active substance (SBA) with kairomonal properties proved to be attractive, leading to a marked increase in female attack activity and a significant reduction in orientation time. *T. pintoi* showed better orientation efficiency compared to *T. dendrolimi* in both experimental treatments. The results highlight the effectiveness of the bio-attractive substance in stimulating the searching behavior of *Trichogramma pintoi* females, which demonstrated faster orientation than *T. dendrolimi,* making it a promising species for use in attractant-assisted biological control programs. *Trichogramma pintoi* is a species that, due to its biological characteristics, preferentially parasitizes eggs of moth complexes associated with annual crops, whereas *T. dendrolimi* preferentially parasitizes eggs of moth complexes found in perennial crops. Comparative biological analysis of the results.

Adult emergence rate: *T. pintoi*: 90.3 %; *T. dendrolimi*: 88.5 %. Both have a high level, but *T. pintoi* performs slightly better.

Female emergence rate: *T. pintoi*: 53.4 %; *T. dendrolimi*: 52.3 %. Slight superiority of *T. pintoi*, important for biological efficiency.

Searching capacity in mini-olfactometer: *T. pintoi*: 88.7 %. *T. pintoi* shows better olfactory orientation capacity, essential for host location.

Searching capacity in glass tubes (min): *T. pintoi*: 19.4 min; *T. dendrolimi*: 20.6 min. Values are close; the shorter time for *T. pintoi* may indicate faster host finding.

Parasitism rate: *T. pintoi*: 88.7 %; *T. dendrolimi*: 78.2 %. *T. pintoi* has significantly higher parasitism capacity, a key parameter for biological control efficiency.

Conclusions

Comparing the two datasets – for *T. pintoi* and *T. dendrolimi*, each with six biological indices: 1. Fecundity (parasitized eggs); 2. Adult emergence rate (%); 3. Female emergence rate (%); 4. Searching capacity (%) in mini-olfactometer; 5. Searching capacity (min) in glass tubes; 6. Parasitism rate (%) – in the treatments with SBA, it is observed that *T. pintoi* exhibits superior biological indices compared to *T. dendrolimi*.

References

1. Ramasamy K. M.-B., Kailash C. S., Pankaj K., Jagdish K., Packirisamy P., Sengottayan S.-N., Mankin R. W. Role of kairomone in biological control of crop pests – A review. *Physiological and Molecular Plant Pathology*. 2017. http://dx.doi.org/10.1016/j.pmpp.2017.07.004.

2. Paul A. V., Singh N., Singh A. K., Pathipati. Kairomonal effect of some saturated hydrocarbons on the egg parasitoids, *Trichogramma brasiliensis* (Ashmead) and *Trichogramma exiguum* Pinto, Platner and Oatman (Hym., Trichogrammatidae), https://doi.org/10.1046/j.1439-0418.2002.00661.x.

3. Gavrilița L., Nastas T. Efficacy of *Trichogramma evanescens* Westw. in the field in the presence of biologically active substances with kairomonal properties in sunflower crops. *Genetics, Physiology and Plant Breeding*: 8th International Scientific Conference, October 7–8, 2024. Chișinău: CEP USM, 2024. P. 551–554. ISBN 978-9975-62-766-5. https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.97. https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/213551.

ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЖИТТЄЗДАТНОСТІ ЕНТОМОФАГА *TRICHOGRAMMA*

Гаврилиця Л., доктор біологічних наук;
Настас Т., габілітований доктор, професор

lidia.gavrilita@sti.usm.md

Інститут генетики, фізіології та захисту рослин Державного університету, Республіка Молдова

Плідність Trichogramma pintoi (Voegele, 1982) становила 24,6 яйця на самку, тоді як у T. dendrolimi (Matsumura, 1926) цей показник дорівнював 23,0 яйця на самку. T. pintoi виявилася дещо плодючішою за T. dendrolimi. Частка відроджуваності для T. pintoi становила 90,3 %, а для T. dendrolimi – 88,5 %. Обидва види продемонстрували високий рівень відроджуваності, проте показники T. pintoi були дещо кращими. Рівень паразитування для T. pintoi становив 78,7 %, а для T. dendrolimi – 78,2 %.

UDC 595.797:591.9(477.75)

METHOD FOR ATTRACTING AND ACTIVATING NATURAL POPULATIONS OF ENTOMOPHAGES AND POLLINATORS OF *HYMENOPTERA* ORDER FOR THEIR FIELD PROPAGATION IN THE AGROECOSYSTEM

A. Gladcaia, PhD, Sr. Research Scientist;
T. Nastas, Dr. habil., Prof.

alla.gladcaia@sti.usm.md

Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection USM, Republic of Moldova

We investigated a method for activating natural populations of hymenopteran entomophages and pollinators. The maximum number of solitary bee's nests were found in dark artificial shelters (70.8 %). It was established that the optimal strategy for the activation method involves the integration of artificial refugia with a conveyor system of continuous flowering provided by aromatic plants.

Proper management of agro-landscape resources can contribute to biodiversity conservation. In this context, Agri-Environmental Schemes (AES) were incorporated into the EU agricultural policy in 1985 and have since become a primary instrument for biodiversity preservation in Europe [1, 2]. The aim of our research was to investigate a method for activating natural entomophage populations, which entails incorporating a plot of aromatic plants within an industrial orchard and combining it with the use of artificial shelters to attract hymenopteran entomophages and pollinators for breeding and overwintering within the agroecosystem.

The research was conducted under laboratory and field conditions at the Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection of the Republic of Moldova. The study objects were entomophages and pollinators belonging to the Hymenoptera order. Four variants of artificial shelters were tested: (a) white and dark cardboard (natural material); and (b) clear and dark plastic (synthetic material). At the beginning of April, the artificial shelters were placed on supports at a fixed height (1.5 m) above ground level. A plot of nectar-producing plants, located adjacent to the apple orchard, served, as a food source (pollen and nectar) for hymenopteran imagos. Nests of bees and wasps recovered from the artificial shelters were transferred to the laboratory for emergence, taxonomic identification, and counting of individuals (Fig. 1).

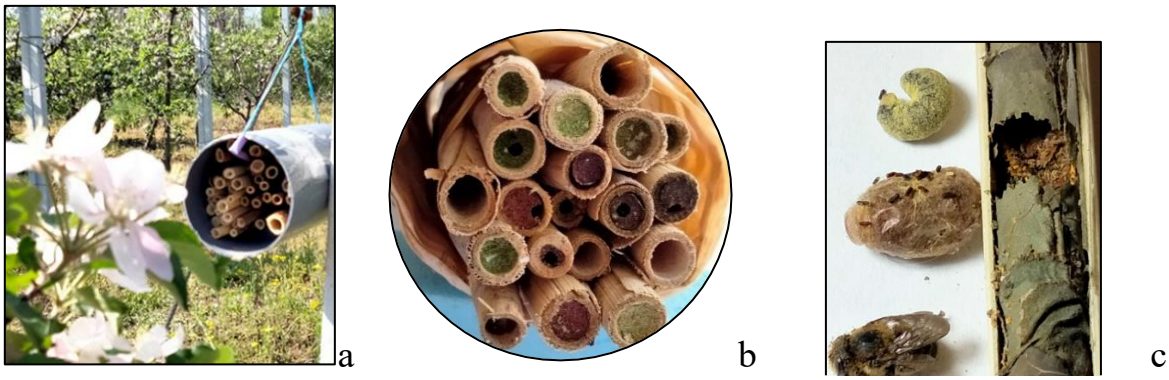


Figure 1 – Method for attracting and activating natural populations of entomophages and pollinators of the order Hymenoptera: a) artificial shelters (Fabre hives) in the apple orchard; b) bee nests sealed with multicolored plugs; c) placement of bee larvae and pupae inside the reed stem.

In order to maintain and activate the population of entomophages and pollinators of the Hymenoptera order in the agroecosystem, a food base was provided through continuous flowering of aromatic plants throughout the entire season. The beginning of the flowering period in the collection of aromatic plants started on April 17 with the flowering of *Bergénia crassifólia* L. (Saxifragaceae) and *Adonis vernalis* L. (Ranunculaceae). Subsequently, the flowering of *Nepeta transcaucazica* L. (Lamiaceae), *Veronica officinalis* L. (Plantaginaceae), *Rumex acetosa* L. and *Rheum officinale* Baill. began. Starting from April 25, species such as *Thymus vulgaris* L., *Thymus serpilium* L., *Thymus longicaulis* L., *Salvia officinalis* L. (Lamiaceae) were flowering, and towards the end of April and beginning of May – *Rosa gallica* L. and *Sanguisorba officinalis* L. (Rosaceae). From the beginning of May, *Thymus* × *citriodora* Schreb., *Asparagus officinalis* L., *Ruta graveolens* L., *Veronica chamaedrys* L., *Matricaria chamomilla* L., *Plantago lanceolata* L., *Linum usitatisimum* L., *Centaurea cianus* L. and *Allium schoenoprasum* L. were flowering. In early June and for 25–30 days, most species of the family Lamiaceae flower and secrete nectar: *Lavandula angustifolia* Mill., *Melissa officinalis* L., *Hyssopus officinalis* L. and *Dracocephalum moldavica* L. The month of July is rich in flowering of species of the family Apiaceae: *Anethum graveolens* L., *Pastinaca sativa* L., *Apium graveolens* L., *Foeniculum vulgare* Mill., *Ammi visnaga* L. and *Anthriscus cerefolium* L. In August – September, species such as *Allium ramosum* L., *Satureja montana* L. and *Inula helenium* L. flower. Thus, continuous flowering (conveyor) of 34 species of aromatic plants was observed on the plot throughout the entire growing season (April – September).

A dependence was established between the number of hymenopteran nests and the structure of the artificial shelter. The maximum number of solitary bee (Megachilidae) nests were found in shelters made of dark plastic (70.8 %), shelters made of dark cardboard (20.8 %), and 8.4 % in shelters made of white cardboard. Tubular reed stems with a diameter of 0.7–0.9 mm were colonized. The ability of bees to colonize anthropogenic cavities of suitable sizes and the broad polyphagy of species allow Megachilidae bees to be considered as highly promising species for

field propagation in artificial shelters in order to increase the economic efficiency of agroecosystems.

Based on the results of the study, it can be concluded that the optimal strategy of the method for activating entomophages («field propagation») consists in combining artificial shelters with a conveyor of continuous flowering of aromatic plants from various families. Bees prefer dark-colored shelters and tubular reed stems.

References

1. Gladcaia A. A. Application of nest devices for the entomophages (*Chrysopa*, *Chrysopidae*, *Neuroptera*) accumulation in agrobiocenoses for biological protection of plants. In: Journal V. I. Ekosistemy. 2022 – Vol. 30, P. 158–166. ISSN 2414-4738.

2. Beyer N., Kulow J., Dauber J. The contrasting response of cavity-nesting bees, wasps and their natural enemies to biodiversity conservation measures. *Insect Conservation and Diversity*. 2023, P. 1–15. ISSN:1752-4598.

МЕТОД ЗАЛУЧЕННЯ ТА АКТИВАЦІЇ ПРИРОДНИХ ПОПУЛЯЦІЙ ЕНТОМОФАГІВ І ЗАПИЛЮВАЧІВ РЯДУ *HYMENOPTERA* З МЕТОЮ ПОЛЬОВОГО РОЗВЕДЕННЯ ЇХ В АГРОСИСТЕМІ

Гладкая А. А., кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник
Настас Т.Н., габілітований доктор, професор

alla.gladcaia@sti.usm.md

Інститут генетики, фізіології та захисту рослин Державного університету, Республіка Молдова

Досліджено спосіб активації природних популяцій ентомофагів та запилювачів ряду Hymenoptera. Максимальна кількість гнізд одиночних бджіл (Megachilidae) була виявлена у штучних укриттях із темного пластику (70,8 %). Встановлено, що оптимальна стратегія методу активації ентомофагів полягає у поєднанні штучних сховищ із конвеєром безперервного цвітіння пряних рослин різних сімейств.

UDC 632.937:595.792

INFLUENCE OF EXTRACTS FROM THE EXCREMENTS AND LARVAE OF *GALLERIA MELLONELLA* ON THE HOST-SEEKING AND OVIPOSITION ACTIVITY OF FEMALE *BRACON HEBETOR* (SAY, 1836)

C. Glibiciuc, PhD;
T. Nastas, Dr. habil., Prof.

corina.glibiciuc@sti.usm.md

Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection USM, Republic of Moldova

It has been demonstrated that biologically active substances extracted from the excrements of Galleria mellonella larvae can be considered important factors in regulating «host – entomophagy» interactions and have considerable potential for application in optimizing biological control strategies by enhancing the effectiveness of the entomophagous parasitoid Bracon hebetor.

The excessive and uncontrolled use of chemical pest control products has led to significant ecological imbalances, manifested by reduced biodiversity, the development of pesticide resistance, and adverse effects on non-target organisms [1]. The diversification of biological control methods requires the protection and maintenance of biocenoses through the creation of favorable habitat conditions capable of supporting the development, reproduction, and effectiveness of beneficial insect species. The parasitoid *Bracon hebetor* plays a particularly important role in reducing pest population densities. The entomophagous parasitoid *Bracon hebetor* acts effectively against the larval stage of its hosts, selectively parasitizing larvae in the third to fifth instars (III–V), which results in a significant reduction in pest populations in natural and semi-natural agroecosystems [2]. In recent years, research in the field of biological control has increasingly focused on the use of biologically active substances to stimulate the behavioral responses of entomophagous insects [3]. These substances, including kairomones, pheromones, and biological extracts, can significantly influence parasitoid orientation, host-seeking activity, parasitization rate, and reproductive efficiency [4].

The aim of the investigations presented in this publication was to evaluate the effectiveness of extracts obtained from the excrements and larvae of *Galleria mellonella* in enhancing the activation of female *Bracon hebetor* during the process of larval parasitization.

The working hypothesis of the investigations was that the metabolic residues produced by *Galleria mellonella* larvae contain biologically active substances with kairomonal properties capable of influencing the behavioral activity of the parasitoid and increasing its parasitization rate. To test this hypothesis, six experimental

variants were established to evaluate the influence of different sources of biological stimuli on the behavior and parasitization efficiency of *Bracon hebetor*.

− *Variant 1 (control)* – 10 female *Bracon hebetor* in an experimental chamber (determination of baseline behavioral activity);

− *Variant 2 (control)* – 10 female *Bracon hebetor* + 10 *Galleria mellonella* larvae (determination of the natural level of parasitization);

− *Variant 3 (in the presence of larval extract)* – 10 female *Bracon hebetor* + crushed *Galleria mellonella* larvae (evaluation of the effect of biologically active substances extracted from larval tissues on the speed of searching for the target stimulus);

− *Variant 4 (in the presence of larval excrement extract)* – 10 female *Bracon hebetor* + extract obtained from the excrements of *Galleria mellonella* larvae (evaluation of the effect of biologically active substances extracted from larval excrements on the speed of searching for the target stimulus);

− *Variant 5 (in the presence of larval extract)* – 10 female *Bracon hebetor* + 10 *Galleria mellonella* larvae + extract obtained from crushed *Galleria mellonella* larvae (evaluation of the enhancement of larval parasitization in the presence of biologically active substances extracted from larval tissues);

− *Variant 6 (in the presence of larval excrement extract)* – 10 female *Bracon hebetor* + 10 *Galleria mellonella* larvae + extract obtained from the excrements of *Galleria mellonella* larvae (evaluation of the enhancement of larval parasitization in the presence of biologically active substances extracted from larval excrements).

The results obtained clearly demonstrate that the presence of different sources of biological stimuli significantly influences the behavioral responses of the entomophagous parasitoid *Bracon hebetor*. Thus, the analysis of the activation rate and parasitization of *Galleria mellonella* larvae by female *Bracon hebetor* revealed differences in behavioral responses depending on the nature of the biological stimulus present in each experimental variant.

The activation level was used as an indicator of the intensity of orientation and host-seeking behavior exhibited by the parasitoid under experimental conditions. In Variant 1 (control), in which female parasitoids were maintained in the absence of host larvae and any biological stimulants, the activation rate of females was 56.6 %. This value reflects spontaneous locomotor activity and the natural exploratory behavior of the parasitoid females, representing the basal reference level.

In Variant 2 (control) the introduction of live *Galleria mellonella* larvae resulted in a slight increase in the activation rate of female parasitoids, reaching 60 %. This finding confirms that the presence of live host larvae stimulates the behavioral activity of the parasitoid during host detection through a complex of sensory stimuli, including chemical and tactile cues and, potentially, vibrational signals. The results obtained in this experimental variant reflect the normal behavioral response of the parasitoid under natural biological conditions.

In Variant 3, in which only crushed *Galleria mellonella* larvae were used, the activation rate of female parasitoids was approximately 53.3 %, slightly lower than

that recorded in the control variant. This result suggests that substances released from larval tissues, even in the absence of live host larvae, may provide a stimulus capable of maintaining the orientation behavior of the parasitoid at a level comparable to the control. However, the absence of dynamic signals associated with live larvae may slightly reduce the host-seeking potential of the parasitoid.

The subsequent experiment, conducted in the presence of an extract obtained from the excrements of *Galleria mellonella* larvae (Variant 4), resulted in an activation rate of approximately 60 %, comparable to that recorded in Variant 2, where live host larvae were present. This finding indicates the presence in the larval excrement extract of biologically active compounds with potential kairomonal properties, capable of stimulating the behavioral activity of female *Bracon hebetor* and facilitating their orientation toward potential host sources.

A substantial increase in the activation of female *Bracon hebetor* was observed in Variant 5 (90 %), in which both live host larvae and an extract obtained from crushed larvae were present. This combination resulted in a pronounced increase in the activation rate of the parasitoid females, reaching 90 %. The recorded value suggests an intensified behavioral response of the females. The simultaneous presence of these two factors appears to enhance the stimulation of the parasitoid's olfactory receptors and consequently increase its host-seeking activity.

The highest activation rate (100 %) was recorded in Variant 6, in which live *Galleria mellonella* larvae were combined with an extract obtained from larval excrements. This result indicates a pronounced interaction between the live host larvae and biologically active substances present in the larval excrement extract. Thus, the extract obtained from *Galleria mellonella* larval excrements may act as a chemical proximity cue, considerably enhancing the orientation efficiency and intensifying the host-seeking behavior of female *Bracon hebetor*.

The experimental results obtained clearly demonstrate that the excrements of *Galleria mellonella* larvae contain biologically active substances capable of enhancing the behavioral response of the parasitoid *Bracon hebetor*. This effect is markedly increased in the simultaneous presence of the live host, suggesting the existence of synergistic interactions between different categories of biological stimuli.

Conclusions

The working hypothesis was confirmed, demonstrating that the metabolic residues produced by *Galleria mellonella* larvae, particularly larval excrements, contain biologically active substances with kairomonal properties capable of significantly influencing the behavior of the parasitoid *Bracon hebetor*. The presence of these biologically active substances enhances host-orientation and host-seeking activity, as well as increasing parasitization efficiency.

It was demonstrated that biologically active substances extracted from the excrements of *Galleria mellonella* larvae can be regarded as important factors in regulating host-entomophag interactions and have considerable potential for

application in optimizing biological control strategies by enhancing the effectiveness of *Bracon hebetor*.

References

1. Vargas G., Michereff M. F. F., Laumann R. A. Conservation biological control as an important tool in the sustainable management of agricultural ecosystems. *Insects*. 2022. 13(11). 1004. https://doi.org/10.3390/insects13111004.

2. Dweck H. K. M., Svensson G. P., Akman Gündüz E., Anderbrant O. Kairomonal response of the parasitoid, *Bracon hebetor Say,* to the male-produced sex pheromone of its host, the greater waxmoth, *Galleria mellonella* (L.). *Journal of Chemical Ecology*. 2010. 36(2). P. 171–178. https://doi.org/10.1007/s10886-010-9746-x.

3. Murali-Baskaran R. K., Reddy G. V. P., Sharma H. C. Role of kairomone in biological control of crop pests – A review. *Physiological and Molecular Plant Pathology*. 2018. 102. P. 1–10. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0885576517301492.

4. Ghimire Y. M. N., Phillips T. W. Oviposition and reproductive performance of Habrobracon hebetor *(Hymenoptera: Braconidae)* on six different pyralid host species. *Annals of the Entomological Society of America*. 2014. 107(4). P. 809–817.

ВПЛИВ ЕКСТРАКТІВ ІЗ ЕКСКРЕМЕНТІВ ТА ЛИЧИНОК *GALLERIA MELLONELLA* НА ПОШУКОВУ ТА ОВІПОЗИЦІЙНУ АКТИВНІСТЬ САМОК *BRACON HEBETOR* (SAY, 1836)

Глибичук К., доктор філософії;
Настас Т., габілітований доктор, професор

corina.glibiciuc@sti.usm.md

Інститут генетики, фізіології та захисту рослин Державного університету, Республіка Молдова

Доведено, що біологічно активні речовини, екстраговані з екскрементів личинок Galleria mellonella, можуть розглядатися як важливі фактори регуляції взаємодії «хазяїн – ентомофаг» та мають значний прикладний потенціал для оптимізації стратегій біологічного контролю шляхом підвищення ефективності ентомофагічного паразитоїда Bracon hebetor.

УДК 632.937:595.7:582.998.16

НОВІ ПІДХОДИ ДО ЗАСТОСУВАННЯ КОМАХ-ІНТРОДУЦЕНТІВ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ АМБРОЗІЇ ПОЛИНОЛИСТОЇ (*AMBROSIA ARTEMISIIFOLIA* L.)

Маркіна Т. Ю.[1], доктор біологічних наук, професор;
Чернова І. С.[2], кандидат технічних наук

t.yu.markina@gmail.com

[1]*Харківський національний педагогічний університет ім. Г. С. Сковороди, Україна;*
[2]*Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН, Україна*

Обґрунтовано новий підхід до біологічного контролю амброзії полинолистої (Ambrosia artemisiifolia L.), що передбачає штучне розведення комах-інтродуцентів та їхнє подальше масове використання. Розглянуто перспективи застосування фітофагів Ophraella communa, Zygogramma suturalis і Acontia candefacta для формування ефективного біологічного агенту та зниження чисельності амброзії.

Інвазійні види рослин є одним із важливих чинників трансформації природних та антропогенно змінених екосистем. Серед них особливе місце посідає амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.) – північноамериканський вид, який сформував стійкі популяції на значній території Європи. Негативний вплив *A. artemisiifolia* не обмежується конкуренцією з культурними та дикорослими рослинами. Важливе соціальне значення має її пилок, який є сильним алергеном.

За оцінками європейських дослідників, до встановлення біологічного агента *Ophraella communa* алергія, пов'язана з пилком амброзії, могла загрожувати близько 13,5 млн людям у Європі, а відповідні економічні витрати оцінювалися приблизно у 7,4 млрд євро на рік. У зв'язку з цим контроль чисельності амброзії має розглядатися не лише як завдання захисту рослин, а як комплексна екологічна та соціально-економічна проблема [1].

Для обмеження поширення *A. artemisiifolia* використовують механічні, агротехнічні, хімічні та фітоценотичні методи. Механічне видалення рослин є ефективним за невеликих площ, проте потребує значних трудових ресурсів і регулярного повторення. Застосування гербіцидів може забезпечувати швидке зниження чисельності бур'яну, однак не завжди є доцільним у населених пунктах, рекреаційних зонах, природоохоронних територіях та інших місцях, де необхідно мінімізувати хімічне навантаження на довкілля. Перспективним доповненням до традиційних методів є використання конкурентної рослинності. Водночас жоден із наведених методів не забезпечує

універсального вирішення проблеми. Це зумовлює необхідність переходу до інтегрованих систем управління чисельністю *A. artemisiifolia*, у яких біологічний метод може виконувати функцію довготривалого регулятора популяції.

Ідея використання природних ворогів амброзії базується на екологічній особливості інвазійних видів: після потрапляння на нову територію вони часто залишаються без комплексу спеціалізованих природних ворогів, сформованого в їхньому природному ареалі.

Одним із перших перспективних агентів контролю *A. artemisiifolia* став амброзієвий смугастий листоїд *Zygogramma suturalis* (Coleoptera: Chrysomelidae). Дослідження його інтродукції були започатковані ще у 1970-х роках. В Україні вид був зареєстрований у 1990-х роках. Однак природне поширення та щільність його популяцій не завжди забезпечували необхідний рівень пошкодження рослин. Це продемонструвало принципове обмеження підходу, за якого ефективність біологічного агента повністю залежить від його самостійного розселення та адаптації [2, 3].

Іншим видом, який використовували у програмах біологічного контролю, є амброзієва совка *Acontia candefacta* (Lepidoptera: Noctuidae). Її поширення в окремих регіонах Європи свідчить про можливість адаптації виду до нових умов. Проте чисельність агента та ступінь його впливу на популяції амброзії можуть істотно залежати від синхронності розвитку комахи та рослини. Несприятливий збіг фенологічних фаз здатний суттєво зменшувати регуляторний ефект навіть за відносно високої чисельності фітофага. Таким чином, досвід використання *Z. suturalis* та *A. candefacta* показує, що сам факт інтродукції біологічного агента ще не гарантує отримання стабільного фітосанітарного ефекту. Для підвищення ефективності необхідне технологічне управління чисельністю та фізіологічним станом популяції агента [3–5].

Запропонований нами підхід полягає у переході від переважно пасивної моделі біологічного контролю до керованої технології, яка передбачає цілеспрямоване насичення осередків поширення *A. artemisiifolia* необхідною кількістю комах-фітофагів. Принципова схема такого підходу може бути представлена у вигляді послідовності: природна популяція → добір перспективного агента → лабораторна популяція → оптимізація культивування → масове розведення → отримання фізіологічно повноцінного біоматеріалу → цільовий випуск → польова оцінка → корекція норм і строків випуску.

На відміну від класичної інтродукції, за якої очікується поступове формування та саморегуляція популяції агента в новому середовищі, запропонована система передбачає можливість оперативного збільшення чисельності фітофага в період найбільшої вразливості рослини.

Особливо важливим є узгодження строків випуску з фенологічним розвитком амброзії. Біологічна ефективність фітофага визначається не лише його чисельністю, а й віком рослин, температурним режимом, доступністю кормового ресурсу, тривалістю періоду активного живлення та здатністю комахи завершувати розвиток у конкретних умовах. Тому технологія повинна

передбачати не одноразовий випуск, а можливість визначення оптимальної кількості та періодичності внесення біоматеріалу залежно від щільності амброзії, фази її розвитку та абіотичних умов.

Особливого значення для розвитку запропонованої концепції набуває амброзієвий листоїд *Ophraella communa* LeSage (Coleoptera: Chrysomelidae). Вид походить із Північної Америки та використовується як агент біологічного контролю амброзії в Азії. У 2013 р. його було виявлено в Північній Італії, після чого він почав поширюватися в Європі [1].

Європейські дослідження продемонстрували значний потенціал цього виду. У польових експериментах на півночі Італії живлення *O. communa* знижувало продукцію пилку *A. artemisiifolia* в середньому на 82 %. У районах із високою активністю листоїда пошкодження рослин було достатнім для запобігання цвітінню значної частини особин. Водночас сучасні дослідження наголошують на необхідності ретельного оцінювання кормової спеціалізації та можливого впливу виду на нецільові рослини.

Ключовою умовою запропонованого підходу є створення стабільної лабораторної популяції комахи-агента. Вихідний матеріал має походити з природних популяцій із підтвердженою здатністю активно пошкоджувати *A. artemisiifolia*. На наступному етапі необхідно сформувати лабораторну культуру та встановити оптимальні параметри її утримання.

Технологія культивування повинна забезпечувати:

- стабільне відтворення популяції;
- високий рівень виживання преімагінальних стадій;
- достатню масу та фізіологічну повноцінність імаго;
- високу репродуктивну здатність;
- збереження кормової спеціалізації;
- синхронізацію отримання біоматеріалу з фенологією амброзії.

Особливого значення набуває оптимізація абіотичних факторів техноценозу: температури, вологості, фотоперіоду, щільності утримання та доступності корму. Одночасно необхідно контролювати біотичні фактори, зокрема вікову структуру популяції, співвідношення статей, щільність особин та якість кормової рослини. Таким чином, масове розведення слід розглядати не просто як збільшення кількості комах, а як технологію керованого отримання біоматеріалу заданої якості.

Таким чином, поєднання масового розведення комах-агентів біологічного контролю, фенологічного прогнозування та цільового випуску біоматеріалу може стати основою нового технологічного підходу до управління популяціями *Ambrosia artemisiifolia*. Така система відповідає принципам інтегрованого захисту рослин і концепції сталого природокористування, оскільки орієнтована на довготривале зниження чисельності інвазійного виду при одночасному зменшенні залежності від хімічних методів контролю.

Перелік посилань

1. Nduwayo P., Schaffner U., Tarigan S. I., Dorner Z., Kiss J., Desneux N., Lesieur V., Rousset Z., Muller-Scharer H., Toepfer S. Risk Assessment Approaches for *Ophraella communa* as a Biological Control Agent for *Ambrosia artemisiifolia* in Agricultural Landscapes of Southeastern Central Europe: A Review. *Agronomy*. 2025. 15. 1771. https://doi.org/10.3390/agronomy15081771.

2. Wan F. H., Wang R., Ding J. Q. Biological control of *Ambrosia artemisiifolia* with introduced insect agents, *Zygogramma suturalis* and *Epiblema strenuana*, in China. In: Delfosse E. S., Scott R. R. (Eds.), Proceedings of the Eighth International Symposium on Biological Control of Weeds. Melbourne, Australia: DSIR/CSIRO, 1995. P. 193–200.

3. Zhao M. T., Guo J. Y., Zhou Z. S., Wan F .H. Biosafety assessment of several insect natural enemies against common ragweed and their application prospects. *Biological Control*. 2012. No 28. P. 424–429.

4. Chao M. A., Hong Song C. H., Chen Chen Z. et al. A Review on the Biological Control of Common Ragweed, *Ambrosia artemisiifolia* (Asteraceae). *International Journal of Zoology and Animal Biology*. 2023. 6(4). Article 000498. https://doi.org/10.23880/izab-16000498.

5. Леженіна І. П., Васильєва Ю. В., Людвінський В. С. Нові дані про поширення амброзієвого смугастого листоїда *Zygogramma suturalis* (Fabricius, 1775) та амброзієвої совки *Acontia candefacta* (Hübner, (1831) у Харківській обл. *Фітосанітарна безпека*. 2024. Вип. 70. С. 198–210. https://doi.org/10.36495/PHSS.2024.70.198-210.

NEW APPROACHES TO THE USE OF INTRODUCED INSECTS FOR REDUCING THE ABUNDANCE OF COMMON RAGWEED (*AMBROSIA ARTEMISIIFOLIA* L.)

T. Markina[1], D.Sc., Prof.;
I. Chernova[2], PhD

t.yu.markina@gmail.com

[1]***H. S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University, Ukraine;***
[2]***Engineering and Technological Institute «Biotekhnika» of NAAS, Ukraine***

The article substantiates a novel approach to the biological control of common ragweed (Ambrosia artemisiifolia L.), which involves the artificial rearing of introduced insect species and their subsequent mass release. The prospects of using the phytophagous species Ophraella communa, Zygogramma suturalis, and Acontia candefacta for developing an effective biological control agent and reducing ragweed abundance are considered.

УДК 632.937:632.08

СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОБНИЦТВА ЕНТОМОФАГІВ В УКРАЇНІ

Станкевич С. В., кандидат сільськогосподарських наук, доцент

sergejstankevich1986@gmail.com

Державний біотехнологічний університет, Україна

Розглянуто сучасний стан виробництва ентомофагів в Україні. Відзначено головні організації, котрі нині є провідними в галузі біологічного захисту рослин. Проаналізовано проблеми і перспективи розвитку виробництва ентомофагів для відкритого і закритого ґрунту.

Біологічний метод захисту рослин є одним із перспективних напрямів сучасного землеробства, оскільки передбачає регулювання чисельності шкідливих організмів за допомогою природних ворогів – паразитичних і хижих членистоногих, ентомопатогенних нематод та інших корисних організмів. Особливе місце в системі біологізації захисту рослин посідають ентомофаги, використання яких дає можливість зменшити залежність агроценозів від хімічних інсектицидів, знизити пестицидне навантаження та зберегти корисну ентомофауну. Для України цей напрям має тривалу науково-виробничу традицію, однак сучасний стан галузі характеризується одночасно наявністю значного технологічного потенціалу та низкою економічних, організаційних і нормативних проблем [1].

Ентомофаги є важливим компонентом природних механізмів регуляції чисельності фітофагів. До них належать паразитичні комахи, хижі клопи, жуки, кліщі та інші організми, які використовують шкідників як джерело живлення або середовище для розвитку.

Формування промислового виробництва ентомофагів в Україні має тривалу історію. Ще в першій половині XX ст. у системі захисту рослин функціонувала мережа біолабораторій, основним завданням яких було масове розведення трихограми та інших корисних організмів. Значна увага приділялася створенню технологій отримання кормових культур, підтриманню маточних популяцій, розробленню методик масового розведення та способів розселення ентомофагів у польових агроценозах. Сформована в цей період науково-технологічна база стала основою для подальшого розвитку біологічного захисту рослин в Україні.

Важливу роль у науковому забезпеченні галузі відіграє Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН. Установа визначається як провідна державна науково-дослідна структура з розроблення наукового та інженерно-технологічного забезпечення виробництва і застосування біологічних засобів захисту рослин. Основними напрямами її діяльності є

створення обладнання для біологічного виробництва, розроблення промислових технологій отримання ентомологічних, бактеріальних, грибних і вірусних засобів захисту, а також технологій їхнього застосування в сільськогосподарському виробництві. Наукові розробки Інституту охоплюють практично весь технологічний ланцюг виробництва ентомофагів – від формування маточних культур до отримання товарної продукції та її використання. Зокрема, створено технології та обладнання для розведення бракона, золотоочки, фітосейулюса, трихограми та інших корисних організмів. Розроблено автоматизовані установки для розмноження трихограми, технологічні комплекси для виробництва золотоочки, обладнання для культивування господарів ентомофагів та інтелектуальні системи управління виробничими процесами. Важливою складовою сучасного виробництва є наявність якісного вихідного біологічного матеріалу. У промисловій ентомології маточна культура повинна відповідати встановленим біологічним параметрам за життєздатністю, плодючістю, пошуковою активністю, тривалістю розвитку та здатністю зберігати необхідні властивості протягом багатьох поколінь. В ІТІ «Біотехніка» сформовано колекцію культур комах і кліщів, яка налічує 21 вид, а також розроблено підходи до оптимізації та стандартизації маточних культур.

Сьогодні українське виробництво ентомофагів представлено не лише державними та науковими установами, а й спеціалізованими приватними підприємствами, біологічними лабораторіями та компаніями, орієнтованими переважно на овочівництво закритого ґрунту. Одним із прикладів традиційного напряму є Вінницька біолабораторія, яка спеціалізується на виробництві трихограми. Підприємство повідомляє про вирощування кількох форм трихограми, зокрема *T. evanescens*, *T. brassicae* та *T. pintoi*, а також про забезпечення біологічним матеріалом значних площ сільськогосподарських культур.

Іншим відомим виробничим осередком є НВЦ «Черкасибіозахист», діяльність якого понад 50 років пов’язана з виробництвом трихограми. Підприємство також розширило асортимент біологічних засобів захисту, включивши препарати на основі мікроорганізмів та інших біологічних агентів. Окремі продукти компанії сертифіковані для використання в органічному виробництві відповідно до вимог органічних стандартів.

Суттєвою тенденцією останніх років є розвиток виробництва ентомофагів для закритого ґрунту. На відміну від польових агроценозів, тепличні комплекси характеризуються більш контрольованими температурою, вологістю та іншими параметрами мікроклімату. Це створює сприятливі умови для регулярного застосування хижих і паразитичних організмів та формування стабільного попиту на їхнє виробництво. Сучасні українські підприємства пропонують широкий спектр корисних організмів, серед яких хижі кліщі, клопи, паразитичні оси, жуки та ентомопатогенні нематоди. Наприклад, компанія «Біозахист» повідомляє про виробництво 12–16 видів ентомофагів у власних

біолабораторіях та використання різних типів пакування для їхнього транспортування й застосування.

Особливо перспективним напрямом є використання хижих кліщів. Представники родини Phytoseiidae широко застосовуються для контролювання павутинних кліщів, трипсів та інших дрібних шкідників у теплицях. Перевагою таких організмів є висока пошукова активність та можливість тривалого функціонування в контрольованому середовищі. Для окремих видів важливе значення має також здатність використовувати альтернативні джерела живлення, що дає змогу підтримувати популяцію ентомофага навіть за низької чисельності основного шкідника.

Розширюється і напрям використання хижих клопів, зокрема видів, здатних регулювати чисельність білокрилок, трипсів, попелиць та інших шкідників овочевих культур. У тепличних господарствах такі ентомофаги можуть використовуватися як складова комплексних програм біологічного захисту, в яких окремі види виконують різні функції та контролюють певні групи шкідників. Водночас ефективність їхнього використання значною мірою залежить від правильної оцінки фітосанітарного стану, своєчасного виявлення шкідника та дотримання технології випуску.

Виробництво ентомофагів потребує значно складнішої організації, ніж звичайне розмноження комах у лабораторних умовах. Для одержання стабільної товарної продукції необхідно підтримувати оптимальні параметри температури, вологості, освітлення, вентиляції та забезпечення кормовими організмами. Окремого контролю потребують чистота культур, недопущення контамінації сторонніми видами, підтримання генетичної та фізіологічної якості маточних популяцій. Саме тому сучасна біолабораторія фактично є спеціалізованим біотехнологічним виробництвом, в якому біологічні процеси поєднуються з інженерними системами контролю.

Водночас сучасний стан виробництва ентомофагів в Україні не можна оцінювати лише за наявністю окремих успішних підприємств. Однією з проблем залишається недостатня стабільність ринку біологічних засобів захисту. За даними дослідження, опублікованого у «Віснику аграрної науки», частка площ сільськогосподарських угідь, на яких застосовували біологічні засоби захисту, упродовж 2000–2019 рр. зменшилася з 8,5 до 3,6 %, а мінімального рівня – 2,9 % – досягла у 2006 р. Ці дані характеризують загальну тенденцію застосування біологічних засобів, а не безпосередньо виробництва ентомофагів, однак вони відображають одну з ключових проблем галузі – недостатній масштаб практичного використання біологічних методів.

Для польового землеробства застосування ентомофагів ускладнюється значною залежністю від погодних умов. Результативність трихограми, наприклад, визначається температурою і вологістю повітря, фенологією шкідника, синхронністю появи яйцекладок та активністю паразита. Крім того, на результат впливає правильність визначення строків і норм випуску. Іншим обмеженням є необхідність узгодження біологічного та хімічного захисту. Багато інсектицидів можуть негативно впливати не лише на шкідників, а й на

корисних членистоногих. Тому включення ентомофагів до інтегрованої системи захисту потребує оцінювання селективності препаратів, строків їхнього застосування та післядії. Дослідження Інституту захисту рослин НААН, зокрема, були спрямовані на оцінювання впливу засобів захисту з різними механізмами дії на види роду *Trichogramma*, що має безпосереднє практичне значення для сумісного використання біологічних і хімічних методів.

Важливе місце у розвитку галузі займає науковий супровід. Інститут захисту рослин НААН має лабораторії ентомології та стійкості сільськогосподарських культур проти шкідників, екологічної генетики рослин і біотехнології, мікробіологічного методу захисту рослин та нематології. У межах діяльності Інституту проводяться дослідження біологічних методів захисту, розробляються технології управління діяльністю ентомофагів та системи інтегрованого захисту.

Окремим напрямом є дослідження ентомопатогенних нематод. В Україні сформовано наукову базу щодо використання представників родин Steinernematidae та Heterorhabditidae проти прихованоживучих стадій комах. Інститут захисту рослин НААН також проводить роботи зі створення біологічних препаратів на основі ентомопатогенних нематод.

Сучасна тенденція розвитку виробництва полягає у переході від простого масового розведення окремих видів до створення технологічно керованих біосистем. Зростає значення автоматизації, цифрового контролю параметрів середовища, стандартизації маточних культур, контролю якості та прогнозування продуктивності виробничих ліній. Показовим є те, що у 2026 р. опубліковано дослідження щодо системи підтримки прийняття рішень на основі онтологій у виробництві ентомофагів. Її розроблення пов’язане з необхідністю підвищення ефективності управління технологічними процесами та подальшої біологізації захисту рослин [2].

Основними чинниками, які стримують розвиток напряму, є нестабільний попит, недостатня економічна зацікавленість частини товаровиробників, конкуренція з боку хімічних інсектицидів, складність забезпечення стабільної якості біоматеріалу, залежність польового застосування від погодних умов та недостатньо розвинена логістична інфраструктура. Додатковим викликом є необхідність постійного оновлення маточних культур і впровадження сучасних методів контролю якості.

Перелік посилань

1. Біологічний метод захисту рослин як важливий інструмент переходу до органічного та екологічного землеробства: практика застосування і перспективи для України. https://naas.gov.ua/newsall/newsnaan/?ELEMENT_ID=6416 (дата звернення 02.09.2026).

2. Чернова І. С. Система підтримки прийняття рішень на основі онтологій у виробництві ентомофагів. *Енергетика і автоматика*. 2026. № 1. С. 26–31. https://doi.org/10.31548/energiya1(83).2026.026.

PILOT FERMENTATION UNIT FOR MICROBIAL PESTICIDES PRODUCTION

S. Stankevich, PhD, Assoc. Prof.

sergejstankevich1986@gmail.com

State Biotechnological University, Ukraine

The current state of entomophagic production in Ukraine is reviewed. The main organizations that are currently leading in the field of biological protection of plants are noted. The problems and prospects for the development of entomophagic production for open and closed soil are analyzed.

УДК 632.93:631.468:633.11(477.74)

СТАН ГЕРПЕТОБІЮ ЗА РІЗНИМИ СИСТЕМАМИ ЗАХИСТУ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ВІД ШКІДНИКІВ НА ОДЕЩИНІ

Ужевська С. П., кандидат біологічних наук, доцент;
Чернявський О. В.;
Бурикіна С. І., кандидат сільськогосподарських наук;
Жук М. М., кандидат сільськогосподарських наук;
Руденко В. А., доктор філософії

grass_snake@ukr.net

Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, Україна

За інтенсивного захисту спостерігалося зниження кількості таксонів і чисельності макрофауни, тоді як на мезофауну негативного впливу не зафіксовано. За використання технології no-till відзначали масове домінування Collembola. Найвищу чисельність макрофауни зареєстровано в системі органічного захисту, а за інтенсивного – вона була найнижчою. За таксономічним складом найподібнішими були комплекси інтегрованого та органічного захисту.

Кліматичні зміни, що відбуваються на планеті, є одним із чинників, які призводять до втрати глобального різноманіття комах. Важливу роль в цьому процесі відіграють втрата середовища існування, перехід до інтенсивного землеробства та урбанізації. Спостерігаються зміни у фауністичних комплексах агроценозів, а саме на полях пшениці озимої [1]. Тому актуальним є моніторинг комах в агроценозах Півдня України при різних умовах інтенсифікації технології вирощування пшениці. Мета роботи – визначити груповий склад герпетобіонтів на пшениці озимій в умовах різних технологій вирощування.

Спостереження та обліки (2026 р.) проводили в сухостеповій підзоні Степу Південного за різних систем захисту посівів від шкідників: перший варіант – інтенсивна система захисту з обробітком ґрунту за допомогою технології no-till (СФГ «Ізгрєв», село Камчик Білгород-Дністровського району); другий – інтегрована система на основі ресурсозберігальної технології з диференційованим обробітком ґрунту (дослідне поле Одеської ДСДС ІКОСГ, селище Хліборобське Одеського району); третій – органічна система (ФГ «Дунайський аграрій», село Саф'яни Ізмаїльського району), де в системі живлення та захисту застосовують лише біологічні препарати, а обробіток ґрунту передбачає оранку раз на три роки, двократне дискування залишків попередника та передпосівну культивацію.

Збір матеріалу здійснювали за загальноприйнятими методиками з використанням пасток Барбера [2] одночасно в усіх господарствах у період початку наливу зерна. Усього пастками зібрано та проаналізовано 628 екз, які належали до герпетобіонтної мезофауни та макрофауни, також випадкових груп макрофауни, що потрапляли в пастки з хортобію.

Мезофауна герпетобію була представлена ногохвістками (Collembola), для яких на полях з наявністю мульчі (перший варіант – no-till обробка) спостерігали масове домінування – 86 % проти 8 % у другому та 1,5 % – у третьому варіантах. За загальної чисельності герпетобіонтів без виділення мезофауни достовірних відмінностей між варіантами не встановлено. Проведено аналіз макрофауни. У пастках зареєстровано представників випадкових груп Diptera, Hemiptera, Chrysomelidae, Coccinellidae, Meloidae та паразитоїдів (Hymenoptera), які не мають зв'зку з ґрунтом і не є герпетобіонтами. Проте їх включено до загального списку із поправкою на те, що вони належать до макрофауни та виявлені в пастках.

За загальною чисельністю макрофауни на пастку за 10 діб сформовано такий спадний ряд за варіантами досліду: третій 3 (33,67 екз./пастку) > другий (15,0 екз./пастку) > перший (3,90 екз./пастку). Відмінності між дослідженими комплексами за чисельністю були статистично достовірними за результатами однофакторного дисперсійного аналізу (F = 8,661; p = 0,00168). Попарне порівняння показало високодостовірну різницю між другим та першим варіантами (p < 0,001), тоді як відмінність між першим і третім була достовірною за критерієм Манна – Уїтні (p = 0,005), а між другим та третім варіантами статистично достовірної різниці не встановлено. Тобто використання інтенсивної технології у першому варіанті призводило до зменшення чисельності макрофауни майже вдесятеро, а обмежене застосування хімічних засобів захисту в другому варіанті – до її зниження більш ніж удвічі порівняно з органічною системою.

За структурою домінування комплекс макрофауни інтегрованого другого варіанта характеризувався трьома еудомінантами – Tenebrionidae (20,00 %), Diptera (18,52 %) та Aranei (17,04 %). За інтенсивного обробітку в першому варіанті еудомінантом виявилися Diptera (43,59 %), тоді як в органічному третьому варіанті найбільшою була частка Elateridae (34,16 %), а Anthicidae та Tenebrionidae становили по 10,40 % (табл. 1).

Таблиця 1 – Структура домінування макрофауни за різними системами захисту

№ з/п	Таксон	Інтенсивний (1)		Інтегрований (2)		Органічний (3)	
		%	Ступінь	%	Ступінь	%	Ступінь
1	Aranei	10,26	ЕД	17,04	ЕД	5,45	Д
2	Myriapoda	–	–	–	–	0,99	СР
3	Anthicidae	10,26	ЕД	7,41	Д	10,40	ЕД
4	Carabidae	15,38	ЕД	5,19	Д	5,45	Д
5	Chrysomelidae	–	–	0,74	СР	1,49	Р
6	Coccinellidae	2,56	СД	0,74	СР	–	–
7	Curculionidae	2,56	СД	3,70	СД	5,45	Д

Кінець таблиці 1

№ з/п	Таксон	Інтенсивний (1)		Інтегрований (2)		Органічний (3)	
		%	Ступінь	%	Ступінь	%	Ступінь
8	Dermestidae	–	–	0,74	СР	2,97	СД
9	Elateridae	5,13	Д	–	–	34,16	ЕД
10	Meloidae	–	–	1,48	Р	0,50	СР
11	Staphylinidae	5,13	Д	6,67	Д	5,94	Д
12	Tenebrionidae	–	–	20,00	ЕД	10,40	ЕД
13	Жуки інші	2,56	СД	5,19	Д	8,42	Д
14	Diptera	43,59	ЕД	18,52	ЕД	4,46	СД
15	Hemiptera	2,56	СД	2,22	СД	1,98	Р
16	Cicadellidae	–	–	0,74	СР	–	–
17	Formicidae	–	–	9,63	Д	1,49	Р
18	Hymenoptera (паразитоїди)	–	–	–	–	0,50	СР
Середнє, екз/пастку (10 діб)		3,90		15,0		33,67	

Шкала: еудомінанти (ЕД) – >10 %; домінанти (Д) – 5–10 %; субдомінанти (СД) – 2–5 %; рецеденти (Р) – 1–2 %; субрецеденти (СР) – <1 %.

Найвищу чисельність таксонів макрофауни зареєстровано за органічного захисту, тоді як за інтенсивного вона була найнижчою. За таксономічним складом найподібнішими виявилися комплекси другого та третього варіантів: індекс Сьоренсена становив 83,87 %, а кількісний індекс Чекановського – 52,23 %, тоді як для першого і другого варіантів ці показники дорівнювали 72,0 % та 42,53 %, а для першого і третього – 69,23 % та 24,9 % відповідно.

Серед відібраних представників макрофауни герпетобіонти займають важливе місце, але для них спостерігається інший розподіл груп. За органічної системи захисту (із 184 екз.) різко переважали Elateridae (37,50 %), далі – Anthicidae та Tenebrionidae (по 11,41 %); за інтегрованої (зі 102 екз.) – Tenebrionidae (26,47 %), Aranei (22,55 %) та Formicidae (12,75 %); за інтенсивної (із 20 екз.) – Carabidae (30,00 %), Aranei та Anthicidae (по 20,00 %). За середньою чисельністю на пастку переважав органічний захист (30,67 екз./пастку), якому поступались інтегрований (11,33 екз./пастку) та інтенсивний (2,0 екз./пастку). Різниця між комплексами першого і другого ($p < 0,001$), а також першого і третього ($p = 0,0055$ за критерієм Манна – Уїтні) варіантів є статистично достовірною, на відміну від другого і третього. Більш ретельний аналіз буде зроблено після видової ідентифікації відібраного матеріалу.

Таким чином, за інтенсивного захисту спостерігається зниження кількості таксонів і чисельності макрофауни, тоді як на мезофауну (Collembola) негативного впливу не зафіксовано. Також за використання технології no-till відзначали масове домінування Collembola. Встановлено достовірну диференціацію за чисельністю компонентів макрофауни. Найвища чисельність була характерною за органічної системи захисту, тоді як за інтенсивної вона була найнижчою. За таксономічним складом подібними були комплекси макрофауни інтегрованого та органічного варіантів.

Перелік посилань

1. Chaika V., Lisovyy M., Lakyda M., Konotop Y., Taran N., Miniailo N., Fedorchuk S., Klymenko T., Trembitska O., Chaika S. Impact of climate change on biodiversity loss of entomofauna in agricultural landscapes of Ukraine. *Journal of Central European Agriculture*. 2021. 22 (4). P. 830–835. https://doi.org/10.5513/JCEA01/22.4.3182.

2. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур / за ред. В. П. Омелюти. Київ: Урожай, 1986. 294 с.

STATUS OF THE HERPETOBIONT COMMUNITY UNDER ORGANIC, INTENSIVE, AND INTEGRATED PROTECTION OF WINTER WHEAT IN THE ODESA REGION

S. Uzhevska, PhD, Assoc. Prof.;
O. Chernyavskyi;
S. Burykina, PhD;
M. Zhuk, PhD;
V. Rudenko, PhD

grass_snake@ukr.net

Odesa State Agricultural Experimental Station of Institute of Climate-Smart Agriculture of NAAS, Ukraine

Under intensive protection, there was a decrease in the number of taxa and the abundance of macrofauna; no negative impact was observed on mesofauna. When using no-till technology, massive dominance of Collembola occurred. The highest abundance of macrofauna was recorded under organic protection, while under intensive protection it was the lowest. In terms of taxonomic composition, the integrated and organic protection complexes were the most similar.

СЕКЦІЯ 3
ВИРОБНИЦТВО ТА ВИКОРИСТАННЯ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ ДЛЯ БІОЛОГІЗАЦІЇ ЗЕМЛЕРОБСТВА

УДК 631.86/87:579.64:57.083.223

БІОТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЖИТТЄЗДАТНОСТІ *BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS* В-22 ТА *PAENIBACILLUS POLYMYXA* КВ НА ГРАНУЛАХ АЗОФОСКИ

Глушаков В. В.

voldemarherson@gmail.com

Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, Україна

Досліджено збереженість штамів Bacillus amyloliquefaciens B-22 та Paenibacillus polymyxa КВ на гранулах азофоски за використання різних адгезійних речовин протягом 6 місяців. Встановлено високу пролонговану збереженість клітин B. amyloliquefaciens B-22 за введення до культури розчину ПБК, лігносульфату та поєднання біочар з альгінатом натрію.

Сучасна концепція біологізації землеробства, серед інших, включає напрям створення комбінованих біомінеральних добрив, де гранульовані туки є матрицею-носієм для агрономічно корисних мікроорганізмів [1–3]. Проте фізико-хімічне середовище мінеральних солей створює високий осмотичний тиск і є агресивним для багатьох мікроорганізмів, що суттєво обмежує термін збереження їхньої життєздатності. Розробка ефективних способів нанесення мікроорганізмів на гранули добрив та добір оптимальних протекторних адгезивів є критичним етапом створення біологічно модифікованих мінеральних добрив. Тож, вирішення цього питання потребує окремих досліджень.

Метою роботи було визначити здатність штамів *Bacillus amyloliquefaciens* В-22 та *Paenibacillus polymyxa* КВ до збереження життєздатності за використання бактеріальних суспензій та адгезійних речовин на гранули мінерального добрива азофоска.

B. amyloliquefaciens В-22 ізольовано Т. С. Сасіною з поверхні гранул азофоски, а *P. polymyxa* КВ виділено Л. М. Токмаковою з дерново-підзолистого ґрунту. Обидва штами характеризуються фосфатмобілізаційною та рістстимулювальною активністю.

Роботу проводили у лабораторному модельному досліді. Об'єктами досліджень були штами спороутворювальних бактерій *B. amyloliquefaciens* В-22 та *P. polymyxa* КВ. Як адгезиви та протектори використовували 2%-ві розчини лігносульфонату, карбоксиметилцелюлози, натрію альгінату, 1%-й розчин полісахаридно-білкового комплексу (далі – ПБК), а також їхні комбінації з біочаром (1 % від маси збагачуваного добрива). Чисельність життєздатних клітин мікроорганізмів визначали методом висіву граничних розведень змивів із гранул добрива на середовище МПА у динаміці.

Встановлено, що збереженість життєздатності бактеріальних клітин суттєво залежала від особливостей штамів та застосованого прилипача. *B. amyloliquefaciens* В-22 демонстрував високий рівень адаптаційної стійкості до умов поверхні гранул азофоски. У контрольному варіанті (без адгезивів) чисельність життєздатних клітин бактерії через один місяць становила 58 %, через 3 місяці – 48 %, а через 6 місяців зберігання знижувалася до 38 % від вихідного показника.

Застосування 1%-го розчину ПБК забезпечувало виражений протекторний ефект: протягом перших двох місяців спостерігали стабільний титр клітин на рівні 111–121 %, а через 6 місяців чисельність *B. amyloliquefaciens* В-22 становила 62,5 % від вихідної. Високі показники збереженості штаму В-22 через 6 місяців відзначено також у варіантах із 2%-м розчином лігносульфонату (50 %) та за поєднання біочару з натрію альгінатом (58,0 %).

P. polymyxa КВ виявляла значно вищу чутливість до стресового впливу азофоски. У варіанті без додавання протектора чисельність клітин бактерій вже через два місяці зменшувалася до 28 %, а через 6 місяців становила лише 19 % від вихідного рівня. Поєднання бактерій з розчином ПБК дало змогу утримувати чисельність *P. polymyxa* КВ на рівні 41–52 % протягом 4 місяців, проте до 6-го місяця показник знижувався до 8 %.

Більш виражену стійкість *B. amyloliquefaciens* В-22 порівняно з *P. polymyxa* КВ можна пояснити екологічним походженням штамів.

Таким чином, для забезпечення пролонгованої життєздатності бактеріальних агентів на гранулах азофоски протягом 6 місяців технологічно перспективним є використання *B. amyloliquefaciens* В-22 у поєднанні з 1%-м розчином ПБК, 2%-м розчином лігносульфонату або сумішшю біочару з натрію альгінатом.

Перелік посилань

1. Волкогон В. В., Дімова С. Б., Сасіна Т. С., Волкогон К. І., Шевченко Л. А., Штанько Н. П., Земська І. А. Ефективність збагачених мікроорганізмами добрив за вирощування картоплі. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2022. Вип. 36. С. 3 – 12. https://doi.org/10.35868/1997-3004.36.3-12.

2. Сасіна Т. С. Вплив біологічно модифікованих мінеральних добрив на врожайність картоплі (*Solanum Tuberosum*) та якість бульб. *Агроекологічний*

журнал. 2025. № 1. С. 152–158. https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2025.327105.

3. Глушаков В. В., Волкогон В. В., Сасіна Т. С., Дімова С. Б., Волкогон К. І., Шевченко Л. А. Ефективність біологічно модифікованої азофоски за вирощування пшениці озимої. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2025. Вип. 42. С. 44–54. https://doi.org/10.35868/1997-3004.42.44-54.

BIOTECHNOLOGICAL ASPECTS OF *BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS* B-22 AND *PAENIBACILLUS POLYMYXA* KV VIABILITY PRESERVATION ON AZOFOSKA GRANULES

V. Glushakov

voldemarherson@gmail.com

Institute of Agricultural Microbiology and Agro-Industrial Production of NAAS, Ukraine

The viability of Bacillus amyloliquefaciens B-22 and Paenibacillus polymyxa KV strains immobilized on Azofoska granules using various adhesive agents was investigated over a six-month period. High long-term viability of B. amyloliquefaciens B-22 cells was observed when the culture was supplemented with a PBK solution, lignosulfonate, or a combination of biochar and sodium alginate.

УДК 632.937

БІОЛОГІЧНИЙ МЕТОД ЗАХИСТУ ЯБЛУНІ ПРОТИ ПАРШІ

Гунчак М. В.[1,2], кандидат сільськогосподарських наук

gunchak00@ukr.net

[1]*Українська науково-дослідна станція карантину рослин Інституту захисту рослин НААН, Україна;*
[2]*Чернівецький регіональний центр державної установи «Інститут охорони ґрунтів України», Україна*

Встановлено, що досліджувані системи біологічного захисту яблуні в умовах Західного Лісостепу України показали досить високу ефективність дії проти парші (64,5–74,8 %). Найвищу ефективність отримано за застосування біологічної системи захисту №3, а найнижчу – за застосування системи захисту №1. Урожайність плодів яблуні за застосування біологічних систем захисту становила 14,1–14,2 т/га.

Яблуневі насадження уражає велика кількість хвороб, але однією з найпоширеніших в умовах Західного Лісостепу України є парша яблуні. Збудник – сумчастий гриб *Venturia inaequalis* (*Cooke*) Wint., конідіальною стадією якого є *Fusicladium dendriticum* (*Wabr.*) Fuck. [1].

Останнім часом для регулювання чисельності шкідливих організмів в агроценозах, поряд з іншими методами захисту, починає широко застосовуватися і біологічний метод, зокрема використання біопрепаратів. Біологічні препарати мають нижчу ефективність, ніж хімічні, але їхньою перевагою є те, що вони екологічно безпечніші [2, 3].

На даний час відомо багато пестицидів хімічного походження, які ефективно застосовують проти парші яблуні, в той час як ефективність дії біопрепаратів проти збудника хвороби вивчена недостатньо. У зв'язку з тим, що парша є однією з найпоширеніших хвороб яблуні в умовах Західного Лісостепу України, метою роботи було вивчення ефективності систем біологічного захисту проти парші яблуні в регіоні.

Робота виконувалась впродовж 2023–2025 рр. в Українській науково-дослідній станції карантину рослин ІЗР НААН (далі – УкрНДСКР ІЗР) в лабораторії екологізації землеробства.

Дослідження проводили в плодовому саду УкрНДСКР ІЗР (Чернівецька обл.) за загальноприйнятими методиками [4] на насадженнях яблуні 2014 р. садіння на сорту Айдаред на підщепі М-106. Схема садіння: 3 × 3 м. Система утримання ґрунту – під багаторічними травами.

Фітосанітарний моніторинг проводили візуально. У польових дослідах у кожному варіанті використовували по 10 облікових дерев (дерево-повторність).

Ефективність дії фунгіцидів визначали за офіційними методиками через 7 діб [4].

Результатами фітосанітарного моніторингу встановлено, що впродовж 2023–2025 рр. в умовах Західного Лісостепу України поширення та розвиток парші відзначали наприкінці цвітіння (1,4 %). Під час росту плодів поширення парші зросло (до 15,6 % ураженого листків). Під час дозрівання плодів поширення парші яблуні дещо зросло (до 17,3 % ураженого листків та 8,1 % уражених плодів).

Перша система біологічного захисту включала обробки у фенофазу «відокремлення бутонів» біопрепаратом Флуоресцин БТ (бактерії *Pseudomonas fluorescens,* титр не нижче $5{,}0\cdot10^9$ КУО/см^3) у нормі 2,0 л/га та препаратом на основі хелатованих S, Zn; у фенофазу «формування плодів» – Бактофітом БТ (бактерії *Bacillus subtilis*, титр життєздатних клітин не нижче $2{,}0\cdot10^9$ КУО/см^3) у нормі 4,0 л/га та препаратом на основі хелатованих Mg, Mn, Fe, Co; у фенофазу «ріст плодів» (плід розміром з волоський горіх) – БіоГібервітом БТ (гриби роду *Trichoderma*, титр $2{,}5\cdot10^9$ – $3{,}0\cdot10^9$ КУО/см^3) у нормі 3,0 л/га; у фенофазу «ріст плодів» (друга декада липня) – Трихопсином БТ (спори гриба *Trichoderma* та бактерії роду *Pseudomonas* з титром не нижче $2{,}0\cdot10^{10}$ КУО/см^3) у нормі 5,0 л/га в суміші з препаратом на основі хелатованого Ca; у фенофазу «дозрівання плодів» – Флуоресцином БТ (бактерії *Pseudomonas fluorescens*, титр не нижче $5{,}0\cdot10^9$ КУО/см^3) у нормі 1,5 л/га. Результатами досліджень встановлено (табл. 1), що ефективність цієї системи проти парші на листках становила 64,5 %, а на плодах яблуні – 66,2 %, що є найнижчим показником серед досліджуваних систем.

Таблиця 1 – Ефективність біологічних систем захисту яблуні проти парші, 2023–2025 рр.

Препарат	Парша на листках, %			Парша на плодах, %		
	П*	Р*	ТЕ*	П*	Р*	ТЕ*
Контроль (вода)	17,3	3,61	–	8,1	2,3	–
Хімічний еталон	2,8	0,46	87,3	0,9	0,17	92,6
Біологічна система № 1	5,7	1,28	64,5	2,1	0,80	65,2
Біологічна система № 2	4,9	1,14	68,4	1,9	0,71	69,1
Біологічна система № 3	6,6	0,94	74,0	2,7	0,58	74,8

Друга система біологічного захисту передбачала обприскування у такі фенофази: «рожевий бутон» – сумішшю Бактофіту БТ (бактерій *Bacillus subtilis*, титр життєздатних клітин не нижче $2{,}0\cdot10^9$ КУО/см^3) у нормі 4,0 л/га та Трихопсину БТ (спори гриба *Trichoderma* та бактерії роду *Pseudomonas* з титром не нижче $2{,}0\cdot10^{10}$ КУО/см^3) у нормі 5,0 л/га та препарату на основі хелатованих B, Mo; «ріст плодів» (плід розміром з ліщину) – БіоГібервітом БТ (гриби роду *Trichoderma*, титр $2{,}5\cdot10^9$–$3{,}0\cdot10^9$ КУО/см^3) у нормі 3,0 л/га в суміші

з препаратом на основі хелатованих Mg, Mn, Fe, Co; «ріст плодів» (перша декада липня) – Флуоресцином БТ (бактерії *Pseudomonas fluorescens*, титр не нижче $5{,}0\cdot10^9$ КУО/см^3) у нормі 1,5 л/га; «ріст плодів» (перша декада серпня) – сумішшю Трихопсину БТ (спори гриба *Trichoderma* та бактерії роду *Pseudomonas* з титром не нижче $2{,}0\cdot10^{10}$ КУО/см^3) у нормі 3,0 л/га та Біоспектру БТ (бактерії роду *Pseudomonas* з титром не нижче $5{,}0\cdot10^9$ КУО/см^3) у нормі 3,0 л/га та препарату на основі хелатованого Ca; «дозрівання плодів» – Флуоресцином БТ (бактерії *Pseudomonas fluorescens*, титр не нижче $5{,}0\cdot10^9$ КУО/см^3) у нормі 1,5 л/га. Застосування цієї системи захисту дозволило на 68,4 % зменшити розвиток парші на листках, а на плодах яблуні – 69,1 %.

Третя система біологічного захисту передбачала обробки у фенофазу «відокремлення бутонів» препаратом на основі хелатованих S, Zn; у фенофазу «рожевий бутон» – сумішшю біопрепаратів Ампеломіцин БТ (*Ampelomyces Ces ex Shlecht*, титр не нижче $4{,}0\cdot10^9$ КУО/см^3) у нормі 4,0 л/га та Бактофіт БТ (бактерій *Bacillus subtilis*, титр життєздатних клітин не нижче $2{,}0\cdot10^9$ КУО/см^3) у нормі 3,0 л/га у поєднанні з препаратом на основі хелатованих B, Mo; у фенофазу «формування плодів» – сумішшю Фітоспорину БТ (спороутворювальні бактерії *Bacillus subtilis* 26 D, титр не нижче $2{,}0\cdot10^8$ КУО/см^3) у нормі 5,0 л/га та Флуоресцину БТ (бактерії *Pseudomonas fluorescens*, титр не нижче $5{,}0\cdot10^9$ КУО/см^3) у нормі 1,0 л/га разом із препаратом на основі хелатованих Mg, Mn, Fe, Co; у фенофазу «ріст плодів» (плід розміром з волоський горіх) – БіоГібервітом БТ (гриби роду *Trichoderma*, титр $2{,}5\cdot10^9$–$3{,}0\cdot10^9$ КУО/см^3) у нормі 3,0 л/га; у фенофазу «ріст плодів» (друга декада липня) – Біоспектром БТ (бактерії роду *Pseudomonas* з титром не нижче $5{,}0\cdot10^9$ КУО/см^3) у нормі 6,0 л/га в суміші з препаратом на основі хелатованого Ca; у фенофазу «дозрівання плодів» – сумішшю препаратів Трихопсин БТ (спори гриба *Trichoderma* та бактерії роду *Pseudomonas* з титром не нижче $2{,}0\cdot10^{10}$ КУО/см^3) у нормі 3,0 л/га та Флуоресцин БТ (бактерії *Pseudomonas fluorescens*, титр не нижче $5{,}0\cdot10^9$ КУО/см^3) у нормі 1,0 л/га. Ефективність цієї системи проти парші на листках становила 74,0 %, а на плодах яблуні – 74,8 %, що було найвищим показником серед досліджуваних систем захисту.

Як хімічний еталон застосовували систему, яка передбачала п’ять обприскувань хімічними пестицидами. Зокрема, у фенофазу «відокремлення бутонів» використовували фунгіцид Топаз 100 ЕС (пенконазол), к.е., у нормі 0,4 л/га; у фазу «формування плодів» – фунгіцид Делан (дитіанон), в.г., у нормі 0,8 кг/га; у фенофазу «ріст плодів» (плід розміром з волоський горіх) – Скор 250 ЕС (дифеноконазол), к.е., у нормі 0,2 л/га; у фенофазу «ріст плодів» (друга декада липня) – фунгіцид Делан (дитіанон), в.г., у нормі 0,8 кг/га; у фазу «дозрівання плодів» – Топсін-М (тіофанат-метил), з.п., у нормі 2,0 кг/га. Технічна ефективність даної системи захисту проти парші становила 87,3 % на листках та 92,6 % – на плодах яблуні.

Урожайність плодів яблуні за застосування біологічної системи захисту №1 становила 14,1 т/га, зокрема 6,7 т/га – першого сорту, 5,4 т/га – другого

сорту та 2,0 т/га – нестандартних плодів. Урожайність за застосування біологічної системи захисту №2 становила 14,2 т/га, зокрема 7,0 т/га першого сорту, 5,3 т/га другого сорту та 1,9 т/га нестандартних плодів. Урожайність за застосування біологічної системи захисту №3 становила 14,2 т/га, зокрема 7,2 т/га першого сорту, 5,2 т/га другого сорту та 1,8 т/га нестандартних плодів. За застосування хімічної системи захисту урожайність становила 14,6 т/га, зокрема 8,5 т/га першого сорту, 4,4 т/га другого сорту та 1,7 т/га нестандартних плодів.

Таким чином, досліджувані системи біологічного захисту забезпечили високий рівень захисту яблуневих насаджень від парші. Зокрема, найвищу ефективність отримали за застосування системи №3.

Перелік посилань

1. Довідник із захисту рослин / за ред. М. П. Лісового. Київ: Урожай, 1999. 744 с.

2. Борзих О. І. та ін. Екотоксикологічні параметри безпечного застосування та адаптації хімічних систем захисту яблуні від шкідливих організмів до ґрунтово-кліматичних умов Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України. *Захист і карантин рослин.* 2021. Вип. 67. С. 42–72. https://doi.org/10.36495/1606-9773.2021.67.42-72.

3. Бровдій В. М., Гулий В. В., Федоренко В. П. Біологічний захист рослин: навч. посіб. Київ: Світ, 2003. 352 с.

4. Методики випробування і застосування пестицидів / за ред. С. О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 448 с.

BIOLOGICAL METHOD OF PROTECTING APPLE TREE AGAINST SCAB

M. Hunchak[1,2], PhD

gunchak00@ukr.net

[1]*Ukrainian Plant Quarantine Research Station of Institute of Plant Protection of NAAS, Ukraine;*
[2]*Chernivtsi regional center of the state institution «Institute of Soil Protection of Ukraine», Ukraine*

It was found that the studied systems of biological protection of apple trees in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine showed a fairly high efficiency of action against scab (64.5–74.8 %). The highest efficiency was obtained when using biological protection system №3, and the lowest efficiency when using protection system №1. The yield of apple fruits when using biological protection systems was 14.1–14.2 t/ha.

УДК 632.93:633.853.494

ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОЛОГІЧНОГО ЗАХИСТУ РІПАКУ ОЗИМОГО ВІД ОСНОВНИХ ШКІДНИКІВ

Заєць С. О., доктор сільськогосподарських наук, професор;
Онуфран Л. І., кандидат сільськогосподарських наук;
Паращук Б. С.

szaiets58@gmail.com

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, Україна

Наведено результати досліджень ефективності біологічного інсектициду Діактаверм БТ у захисті ріпаку озимого від основних шкідників та впливу комплексу біологічних препаратів на морфометричні показники рослин у 2026 р. Встановлено, що середня технічна ефективність препарату проти основних шкідників становила 48,6 %, що сприяло формуванню найвищих показників маси рослини та кількості стручків.

Ріпак озимий (*Brassica napus* L.) є однією з важливих олійних культур України. Водночас його продуктивність значною мірою залежить від фітосанітарного стану посівів. У посівах ріпаку формується комплекс спеціалізованих і багатоїдних фітофагів, серед яких важливе господарське значення мають ріпаковий квіткоїд, прихованохоботники, попелиці, ріпаковий клоп та інші шкідники [1, 2].

За даними вітчизняних дослідників, зміни погодних умов впливають на динаміку чисельності шкідників ріпаку, строки їхньої появи та тривалість шкідливої діяльності [1]. Тому сучасна система захисту культури має базуватися на регулярному фітосанітарному моніторингу та своєчасному застосуванні ефективних засобів захисту.

Одним із напрямів удосконалення технології вирощування є біологізація захисту рослин. Використання біологічних препаратів дає можливість поєднувати регуляцію чисельності шкідливих організмів із підтриманням фізіологічного стану рослин. Ефективність захисту посівів ріпаку озимого значною мірою залежить від правильного визначення строків проведення захисних заходів та врахування економічних порогів шкодочинності [2].

Мета досліджень – визначити технічну ефективність біологічного інсектициду Діактаверм БТ проти основних шкідників ріпаку озимого та оцінити формування морфометричних показників рослин за комплексного застосування біологічних препаратів.

Дослідження проведено на посівах ріпаку озимого дослідного поля Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту

кліматично орієнтованого сільського господарства НААН в 2026 р. Ефективність біологічного інсектициду визначали шляхом порівняння чисельності шкідників до та після обробки на контрольному варіанті (без обробки) та у варіанті із застосуванням Діактаверм БТ. Діактаверм БТ є інноваційним комплексним біопрепаратом, розробленим в Інженерно-технологічному інституті «Біотехніка» НААН для інтегрованого біологічного захисту рослин, який синергетично поєднує два біологічних агенти: *Streptomyces avermitilis* – непатогенний ґрунтовий променистий гриб (актиноміцет), що продукує природний комплекс авермектинів і має виражену токсигенну дію проти комах-шкідників і кліщів, та *Pseudomonas aureofaciens* – корисні бактерії, що синтезують різноманітні антибіотичні речовини (зокрема похідні феназину), які пригнічують розвиток збудників грибкових та бактеріальних хвороб рослин.

Обліковували чисельність ріпакового клопа, капустяної попелиці, великого ріпакового прихованохоботника, ріпакового квіткоїда та оленки волохатої. Додатково вивчали вплив комплексу біологічних препаратів Діактаверм БТ на масу рослини, кількість стручків та висоту рослин у фазу достигання.

До проведення захисного заходу чисельність шкідників у варіанті з Діактаверм БТ становила: ріпакового клопа – 1,0 екз./м^2, капустяної попелиці – 23 екз./стебло, великого ріпакового прихованохоботника – 4 екз./стебло, ріпакового квіткоїда – 3 екз./м^2, оленки волохатої – 2 екз./м^2. Після проведення обробки чисельність відповідно знизилася до 0,5; 12; 2; 1,2 та 1,3 екз. згідно одиниці обліку. На контролі без обробки чисельність шкідників не змінилася (табл. 1).

Таблиця 1 – Чисельність шкідників до і після проведення інсектицидного захисту на ріпаку озимому, 2026 р.

Назва варіанту	**Ріпаковий клоп, екз./м^2**		**Капустяна попелиця, екз./1 стебло**		**Великий ріпаковий прихованохоботник екз./стебло**		**Ріпаковий квіткоїд, екз./м^2**		**Оленка волохата, екз./м^2**	
	до	після	до	після	до	після	до	після	до	після
Контроль (без бробки)	1,0	1,0	22	22	4	4	3	3	2	2
Обробка ріпаку препаратом Діактоверм БТ (*Streptomyces avermitilis)*	1,0	0,5	23	12	4	2	3	1,2	2	1,3

Найвищу технічну ефективність препарат продемонстрував проти ріпакового квіткоїда – 60 %. Проти ріпакового клопа та великого ріпакового прихованохоботника вона становила 50 %, капустяної попелиці – 47,8 %, оленки волохатої – 35 %. Середня арифметична ефективність проти комплексу досліджуваних шкідників становила 48,6 % (табл. 2).

Таблиця 2 – Технічна ефективність біологічного інсектициду Діактаверм БТ проти основних шкідників ріпаку озимого, % (2026 р.)

Назва препарату та базовий мікроорганізм	**Ріпаковий клоп**	**Капустяна попелиця**	**Великий ріпаковий прихованохоботник**	**Ріпаковий квіткоїд**	**Оленка волохата**
Обробка ріпаку препаратом Діактоверм БТ (*Streptomyces avermitilis)*	50	47,8	50	60	35

Отримані результати відповідають загальній тенденції, встановленій у дослідженнях українських науковців, щодо значної ролі ріпакового квіткоїда та прихованохоботників у формуванні фітосанітарного стану посівів [1, 2]. Особливо важливе значення має захист у період бутонізації та цвітіння, коли пошкодження генеративних органів може істотно зменшувати потенційну продуктивність культури.

За результатами аналізу рослинних зразків встановлено позитивну тенденцію до збільшення маси рослин та кількості стручків за комплексного використання біологічних препаратів. На контролі маса однієї рослини становила 40,1 г, кількість стручків – 134 шт., висота рослин – 152,3 см.

У варіанті, де використовували комплексне застосування біологічних препаратів (обробка насіння біопротруювачем Бактофіт (*Bacillus subtilis*) + прилипачем Ад'югрейн (БАР) + азотофіксатором Нітро Маїс (*Azospirillum brasilense*); мікроводорості NOSTOK-M у ВВСН15; мікроводорості NOSTOK-M + біодобриво сірка у ВВСН25; біофунгіцид Вітастим БТ (*Trichoderma* spp., *Pseudomonas fluorescens*) у ВВСН55 та біоінсектицид Діактаверм БТ (*Streptomyces avermitilis*, *Pseudomonas aureofaciens*) у ВВСН63, маса рослини досягла 47,0 г, кількість стручків становила 159 шт., а її висота – 159,1 см.

Порівняно з контролем маса однієї рослини збільшилася на 6,9 г, або 17,2 %, кількість стручків – на 25 шт., або 18,7 %, а висота рослин – на 6,8 см, або 4,5 %. Подібну позитивну реакцію ріпаку озимого на застосування біологічних препаратів відзначають і вітчизняні дослідники [3, 4].

Таким чином, застосування біологічного інсектициду Діактаверм БТ забезпечило зниження чисельності основних шкідників ріпаку озимого. Технічна ефективність препарату становила 35–60 %, а середня ефективність проти комплексу п'яти видів шкідників – 48,6 %. Найвищий показник отримано проти ріпакового квіткоїда – 60 %.

Комплексне застосування біологічних препаратів із включенням

Діактаверм БТ у фазу цвітіння (ВВСН63) сприяло формуванню найвищої маси рослини (47,0 г) та кількості стручків (159 шт.), що, відповідно, на 17,2 та 18,7 % перевищувало контроль. Отримані результати підтверджують перспективність подальшого вивчення біологізованих систем захисту ріпаку озимого.

Перелік посилань

1. Borzykh O., Chaika V., Bublyk L., Bakhmut O., Shevchuk O., Kruk I., Fedorenko A., Gavrylyuk L., Vlasova O., Makovetskyi Y. (2025). Phytosanitary safety of agrocenoses of winter rape in Ukraine under the conditions of climate change. *Interdepartmental Thematic Scientific Collection of Phytosanitary Safety*, (70). P. 20–36. https://doi.org/10.36495/PHSS.2024.70.20-36.

2. Пінчук Н. В., Вергелес П. М., Коваленко Т. М. Ефективність захисту посівів озимого ріпаку від шкодочинних організмів. *Сільське господарство та лісівництво.* 2021. № 3 (22). С. 119–134. 10.37128/2707-5826-2021-3-10.

3. Леонтюк І. Б., Карпенко В. В. Агробіологічна оцінка впливу мікродобрив та біологічних препаратів на продуктивність посівів озимого ріпаку. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2026. Вип. 108, ч. 1. С. 281–288. 10.32782/2415-8240-2026-108-1-281-288.

4. Волощук О. П., Косовська Р. Ю. Біологічні препарати Вимпел-К, Вимпел у підвищенні насіннєвої продуктивності рослин ріпаку озимого. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2011. Вип. 53, ч. ІІ. С. 22–26. https://phzt-journal.isgkr.com.ua/previous-releases/Zbirnyk%2053%202.pdf.

EFFICACY OF BIOLOGICAL PROTECTION OF WINTER RAPESEED AGAINST MAJOR PESTS

S. Zaiets, D.Sc., Prof.;
L. Onufran, PhD;
B. Parashchuk

szaiets58@gmail.com

Institute of Climate-Smart Agriculture of NAAS, Ukraine

The paper presents research results on the efficacy of the biological insecticide Diaktaverm BT in protecting winter rapeseed against major pests, as well as the impact of a complex of biological preparations on plant morphometric parameters in 2026. It was determined that the average technical efficacy of the preparation against major pests was 48.6 %, which contributed to achieving the highest values for plant mass and the number of pods.

УДК 628.3:66.081.3

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ СОРБЕНТІВ НА ОСНОВІ БІОЧАРУ ДЛЯ ДООЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВИРОБНИЦТВА МІКРОБНИХ БІОПРЕПАРАТІВ

Коваленко О. О.[1], доктор технічних наук, професор;
Нікіпелова О. М.[2], доктор хімічних наук, професор

e_kov@ukr.net

[1]***Одеський національний технологічний університет, Україна;***
[2]***Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН, Україна***

В роботі обґрунтовано перспективність застосування біосорбентів на основі біочару для доочищення стічних вод виробництва біопрепаратів для захисту рослин. Показано, що такі біосорбенти можуть ефективно доочищати воду від органічних, біогенних і поверхнево-активних домішок. Покращення якості локально очищених стічних вод дозволить створити умови для повторного та більш раціонального водокористування на підприємстві.

На підприємстві з виробництва мікробних біопрепаратів для захисту рослин утворюються неоднорідні за складом стічні води. Основними джерелами виробничих стічних вод є стоки від мийки біореакторів, ферментерів, автоклавів, ємностей для поживних середовищ, а також стоки після санітарного оброблення обладнання та приміщень. На хімічний склад стічних вод впливають рецептура поживного середовища, способи культивування, виділення біомаси, реагенти, що використовуються для миття і санітарної обробки обладнання та приміщень тощо. В стоках можуть міститися залишки органічних компонентів поживних середовищ, сполуки азоту і фосфору, мінеральні солі, клітинна біомаса, завислі речовини, поверхнево-активні речовини, компоненти мийних да дезінфікуючих засобів. До знезараження стоки можуть містити життєздатні клітини продуцента та супутню мікрофлору.

У разі скидання таких стічних вод неочищеними або недостатньо очищеними вони чинитимуть негативний вплив на довкілля, зокрема на водні екосистеми. Легко окиснювальна органіка зі стічних вод сприятиме підвищенню біохімічного споживання кисню (далі – БСК) та хімічного споживання кисню (далі – ХСК), а також зменшенню концентрації розчиненого кисню у воді водойми; амонійний азот та фосфати – евтрофікації водойми, а поверхнево-активні речовин – утворенню стійкої піни на її поверхні, пригніченню водних організмів, стримуванню біологічних процесів очищення води; залишки кислот, лугів та окиснювальних дезінфектантів – коливанню pH води.

Неоднорідність хімічного та мікробіологічного складу стічних вод виробництва мікробних біопрепаратів обумовлює необхідність застосування для них багатоступеневого очищення. Доцільними є процеси усереднення, видалення органічних та завислих речовин, фільтрації, знезараження. Підвищенню ефективності очищення стоків може сприяти застосування сорбційних процесів. Локальне доочищення стоків із використанням сорбентів створить на підприємстві умови для впровадження повторного водокористування. Очищену стічну воду можна використовувати для технічних потреб.

Метою роботи є обґрунтування перспектив застосування сорбентів на основі біочару для доочищення стічних вод виробництв мікробних біопрепаратів для підвищення якості очищеної води та створення умов її повторного використання на підприємстві.

Сорбент на основі біочару (далі – біосорбент) – це пористий вуглецевмісний матеріал, який отримують карбонізацією біомаси за обмеженого доступу кисню. Перспективність біосорбентів для очищення стічних вод та інших застосувань в різних галузях промисловості посилює можливість використання для їхнього виробництва дешевих і необмежених відходів переробки агросировини. Для стічних вод виробництва біопрепаратів важливо, що ефективність застосування біосорбентів підтверджено на декількох групах типових для таких вод домішок. Огляд джерел літератури показав, що біосорбенти здатні вилучати органічний вуглець та азотовмісні компоненти [1], фосфат і амоній [2], аніонні поверхнево активні речовини (далі – ПАР) [3], а також знижувати ХСК води [4].

Автори роботи [1] досліджували вилучення біосорбентами із соломи і деревини органічних та азотовмісних компонентів з рідких продуктів переробки осаду стічних вод. Вони встановили, що вилучення органічного вуглецю знаходиться в межах від 56,25 до 89,73 %. Також дослідники відмітили спорідненість біосорбентів до макромолекул, зокрема білків. За даними публікації [2], за допомогою Mg-модифікованого біосорбенту вдалося вилучити із реальної стічної води 98,3 фосфату і 35,6 % амонію. Максимальна сорбційна ємність такого біосорбенту по відношенню до фосфату становила 132,2 мг/г, а по відношенню до амонію – 39,5 мг/г. Автори роботи [3] показали, що ступінь вилучення з модельних розчинів аніонної ПАР, а саме додецилсульфату натрію, різними біосорбентами знаходиться в межах від 78 до 90 %. В експерименті використовували біосорбенти, отримані з рисового лушпиння, пшеничної соломи та деревини. Різними були і умови проведення процесу сорбції ПАР з модельних розчинів. В публікації [4] представлено результати застосування біосорбенту із відходів чаю для зниження ХСК у воді. Дослідники продемонстрували залежність ефективності сорбції органічних домішок від pH води, дози біосорбенту та тривалості його контакту з водою. Узагальнення літературних даних підтверджує, що сорбційні властивості сорбентів на основі біочарів, їхня пориста структура, поверхневі функціональні групи обумовлені

видом сировини, температурою і тривалістю карбонізації, способом модифікації карбонізату [5].

Описані вище результати досліджень [1–5], хоча й отримані не для стічних вод виробництв біопрепаратів для захисту рослин, проте демонструють можливість застосування біосорбції як стадії доочищення таких стічних вод. Процес біосорбції доцільно розміщувати після усереднення стічних вод, вилучення основної частки органічних і завислих речовин, фільтрування та перед знезараженням. Отримання за рахунок доочищення біосорбентом кращої якості стічної води дозволить використовувати її для технічних потреб виробництва, зменшуючи забір свіжої води та обсяг водовідведення.

Подальші дослідження необхідно проводити на реальних стічних водах від окремих технологічних операцій. В ході дослідження планується визначати показники ХСК, $БСК_5$, загальний органічний вуглець, вміст азоту амонійного, нітратів, фосфатів, завислих речовин, поверхнево-активних речовин, pH, електропровідність, мікробіологічні показники. Доцільним представляється порівняння сорбційних властивостей біосорбентів з різної сировини. За результатами дослідження планується визначити оптимальну дозу біосорбенту, оптимальні значення pH води та тривалості процесу біосорбції. Визначені ефективні біосорбенти та оптимальні умови їхнього застосування передбачається інтегрувати в локальну систему очищення стічних вод від виробництва біопрепаратів для захисту рослин. На основі результатів випробувань удосконаленої технології очищення стоків передбачається визначити технологічно та санітарно обґрунтовані напрями повторного використання доочищеної води на підприємстві.

Перелік посилань

1. Hao J., Zyang X., Zong S. et al. Biochar as a highly efficient adsorption carrier for sewage sludge-derived nutrients and biostimulants: component fixation and mechanism. *Biochar*. 2024. Vol. 6. Art. 42. 10.1007/s42773-024-00335-0.

2. Xi H., Zhang X., Zhang A. H., Guo F. Concurrent removal of phosphate and ammonium from wastewater for utilization using Mg-doped biochar/bentonite composite beads. *Separation and Purification Technology.* 2022. Vol. 285(44). Art. 120399. 10.1016/j.seppur.2021.120399.

3. Bautista Quispe J. I., Campos I. C., Masek O., Bodush A. et al. Removal of anionic surfactant from aqueous solutions by adsorption onto biochars: characterisation, kinetics, and mechanism. *Environmental Technology*. 2024. Vol., No. 26. P. 5723–5744. 10.1080/09593330.2024.2304677.

4. Khurshid H., Mustafa M. R., Rashid U. et al. Adsorptive removal of COD from produced water using tea waste biochar. *Environmental Technology & Innovation*. 2021. Vol. 23(3). Art. 101563. 10.1016/j.eti.2021.101563.

5. Jagadeesh N., Sundaram B. Adsorption of pollutants from wastewater by biochar: A review. *Journal of Hazardous Materials Advances*. 2023. Vol. 9. Art. 100226. 10.1016/j.hazadv.2022.100226.

PROSPECTS FOR THE USE OF BIOCHAR-BASED SORBENTS FOR POLISHING WASTERWATER FROM THE PRODUCTION OF MSCROBIAL BIOPREPARATIONS

O. Kovalenko[1], D.Sc., Prof.;
O. Nikipelova[2], D.Sc., Prof.

e_kov@ukr.net

[1]***Odesa National University of Technology, Ukraine;***
[2]***Engineering and Technological Institute «Biotekhnika» of NAAS, Ukraine***

The prospects for using biochar-based for effluent polishing wastewater from the production of microbial biopreparations for plant protection are substantiated. Their potential for removing organic, nutrient and surfactant contaminants is demonstrated. Wastewater polishing can facilitate on-site water reuse and contribute to more rational use of water resources.

УДК 632.937

ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ДЛЯ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ЛАБОРАТОРНИХ ЕНТОМОКУЛЬТУР НА ЗМІНЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРОДУЦЕНТІВ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ РОСЛИН

Лобан Л. Л.;
Ольшевська Л. В.;
Скидан Л. В.

biotehnika.lab2@gmail.com

Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН, Україна

В останні десятиліття було проведено низку досліджень, що стосуються взаємодії лабораторних ентомокультур з мікроорганізмами, а також впливу цих взаємовідносин на біологічну мінливість штамів, пов'язану з їхніми агрономічно цінними властивостями. Застосування біологічних агентів мікробних препаратів, які пройшли «селекцію» завдяки лабораторним комахам, має зменшити використання хімічних пестицидів, що, в свою чергу, сприятиме збереженню екологічної рівноваги та покращенню якості сільгосппродукції.

Дослідження ролі комах у розповсюдженні бактеріальних і грибних мікроорганізмів зазвичай зосереджуються на передачі патогенів або симбіонтів. Авторами [1, 2] висвітлено, як мікроорганізми, які перебувають на тілі комах, можуть впливати на рослини або інші організми. У статті [3] висвітлюється результат впливу різних видів комах та взаємодію між рослинами та мікроорганізмами. Більшість існуючих робіт зосереджено на симбіотичних або інших взаємодіях між ентомокультурами та мікроорганізмами [4]. Автори [5] розглядають взаємодію між комахами та рослинами, а також вплив цих взаємовідносин на фенотипічні зміни комах. Проте в цих дослідженнях не висвітлено, як саме ентомокультури впливають на цільові властивості мікроорганізмів, зокрема на біологічну активність продуцентів мікробних препаратів. Контакт мікроорганізмів із комахами при проходженні їх через травний тракт або впродовж тривалого перебування в мікробіомі ентомофагів може стати індуктором змінення функціональних особливостей мікроорганізмів та їхніх показників якості.

Для дослідження впливу лабораторних ентомокультур на змінення властивостей продуцентів мікробних препаратів із Колекції агрономічно цінних культур мікроорганізмів ІТІ «Біотехніка» НААН відібрано чотири продуценти мікробних біофунгіцидів, які є авторськими штамами, а саме: *Pseudomonas aureofaciens* 5, *Pseudomonas fluorescens* АР 33, *Pseudomonas fluorescens* 2, *Trichoderma viride* Т-4.

Всі ці штами пройшли гігієнічне регламентування в Інституті мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України, де проведено дослідження їхньої вірулентності на моделі білих мишей з метою депонування в Депозитарії непатогенних мікроорганізмів (табл. 1).

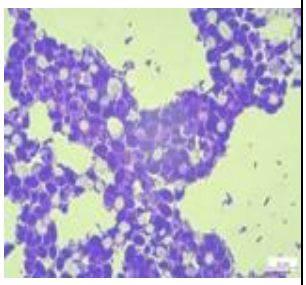
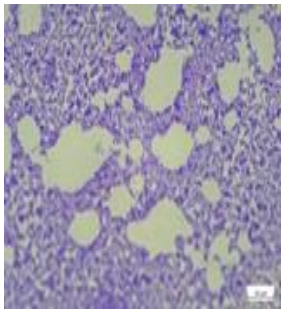
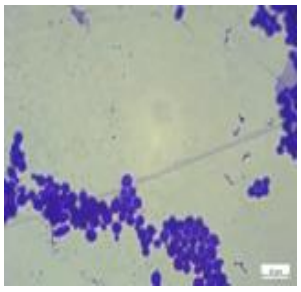
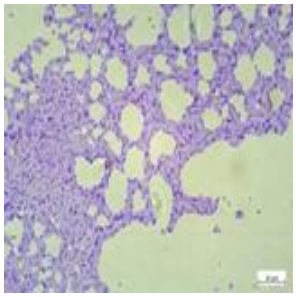
Таблиця 1 – Інформація про штами – продуценти мікробних препаратів

№ з/п	Найменування штаму і його номер в Депозитарії	Звідки одержано штам	Рік надходження штаму в колекцію	Форма препарату і його назва	Діючі чинники в препараті
1	*Pseudomonas fluorescens* АР 33 (*P.f.* АР 33) IMB B-7206	Із ґрунту Авторський штам	1992	Водна суспензія Планриз БТ	Сидерофори, ендогенні токсичні метаболіти
2	*Trichoderma viride* Т-4 (*T.v.* Т-4) IMB F-100046	Із ґрунту тепличного комбінату м. Луцьк Авторський штам	2005	Водна суспензія Триходер-мін БТ	Хламідоспори, спорово-міцеліальний комплекс
3	*Pseudomonas fluorescens* 2 (*P.f.* 2) IMB B-7533	Із субстрату грибного блоку Авторський штам	2011	Водна суспензія Флуорес-цин БТ	Флуоресцентний жовто-зелений пігмент із класу феназинових кислот, інші фізіолого-активні речовини з антифунгальною дією
4	*Pseudomonas aureofaciens* 5 (*P.a.* 5) IMB B-7690	Із насіння пшениці (АФ «Нива») Авторський штам	2016	Водна суспензія Біоспектр БТ	Метаболіти із ряду феназин-карбонових кислот та комплекс активних помаранчевих пігментів
5	*Pseudomonas fluorescens* АР 33 + *Trichoderma viride* Т-4 + *Pseudomonas aureofaciens* 5 + (*P.f.* АР 33 + *T.v.* Т-4 + *P.a.* 5)	Комплексний препарат із трьох авторських штамів	1992 2005 2016	Водна суспензія Вітастим БТ	Антифунгальні чинники штамів, що складають препаративну комбінацію (див. вище: штами *P.a.* 5 + *P.f.* АР 33 + *T.v.* Т-4)

Також для вивчення впливу лабораторних ентомокультур на зміну властивостей продуцентів мікробних препаратів із Центру маточних культур комах відібрано об’єкти досліджень: *Ghrysopa carnea* (золотоочка звичайна),

Macrolophus pygmaeus (хижий клоп). Симбіоз (співіснування) ентомокультур з мікроорганізмами – це біологічна кооперація, в якій бактерії і гриби допомагають комахам виживати і перетравлювати їжу. З метою визначення мікробіому кишківника корисних комах застосовано мікроскопічні методи, за допомогою яких встановлено морфологію мікробіоти лабораторних ентомокультур. Дослідами з визначення мікробіому ентомокультур підтверджено симбіоз мікроорганізмів в кишківнику корисних комах (табл. 2).

Таблиця 2 – Визначення мікробіому корисних комах із родів *Ghrysopa* і *Macrolophus*

Найменування ентомокультур	**Мікробіота в кишківнику**		**Характеристика мікробіоти**
	Ріст на чашках Петрі	**Морфологія клітин під мікроскопом**	
***Ghrysopa carnea* (*G.c*) – золотоочка звичайна** 			Дріжджі розщеплюють складні цукри нектару, якими живляться золотоочки
			Бактерії із родів Enterobacter, Pseudomonas продукують метаболіти з фунгіцидними властивостями та антибактеріальні сполуки. Допомагають перетравлювати їжу
***Macrolophus pygmaeus* (*M.p.*) – хижий клоп макролофус** 			Дріжджі ферментують цукри із нектару та соку рослин
			Представники роду Enterobacter та Bacillus продукують метаболіти з антимікробними речовинами, які перетравлюють їжу і захищають *Macrolophus pygmaeus* від зараження паразитами

Застосування лабораторних ентомокультур може стати важливим інструментом впливу на мікроорганізми за рахунок підвищення титрів в біопрепаратах, які дуже часто корелюють з вірулентністю, ферментативною активністю і токсиноутворенням. Окрім того, взаємодія мікрооб'єктів фунгіцидної дії з корисними комахами може впливати на синтез метаболітів та інших біологічно активних речовин, що забезпечують антагоністичну активність проти фітопатогенів. Використання лабораторних ентомокультур з перспективними мікроорганізмами відкриває можливості для розроблення нових технологій в захисті рослин.

Перелік посилань

1. Holt J. R., Cavichiolli de Oliveira N., Medina R. F., Malacrinò A., Lindsey Amelia R. I. Insect-microbe interactions and their influence on organisms and ecosystems. *Ecology and Evolution*. 2024. Jul 21. 14(7):e11699. 19 p. 10.1002/ece3.11699. eCollection 2024 Jul.

2. Ruiu L. Microbial Biopesticides in Agroecosystems. Journals Agronomy. 2018. Vol. 8. Is. 11(235). 12 p. https://doi.org/10.3390/agronomy8110235.

3. Losey J. E., Vaughan M. The economic value of ecological services provided by insects. *BioScience.* 2006. Vol. 56. P. 311–323. https://doi.org/10.1641/0006-3568(2006)56[311:TEVOES]2.0.CO;2.

4. Ruiu L. Insect Pathogenic Bacteria in Integrated Pest Management. *Insects. Dipartimento di Agraria, Sezione di Patologia Vegetale ed Entomologia.* 2015. Vol. 6 (2). P. 352–367. https://doi.org/10.3390/insects6020352.

5. Poelman E. H., Dicke M. Plant-Mediated Interactions among Insects within a Community Ecological Perspective. *Insect-Plant Interactions*: book series. 2014. V. 47. (ISBN 9780470670361). https://doi.org/10.1002/9781119312994.apr0513.

RESEARCH OBJECTS FOR ASSESSING THE EFFECT OF LABORATORY INSECT CULTURES ON CHANGES IN THE PROPERTIES OF MICROORGANISMS USED AS PRODUCERS OF MICROBIAL PLANT PROTECTION PRODUCTS

L. Loban;
L. Olshevska;
L. Skidan

biotehnika.lab2@gmail.com

Engineering and Technological Institute «Biotekhnika» of NAAS, Ukraine

In recent decades, a number of studies have been conducted on the interaction of laboratory entomological cultures with microorganisms, as well as the impact of

these relationships on the biological variability of strains associated with their agronomically valuable properties. The use of biological agents of microbial preparations that have undergone «selection» thanks to laboratory insects should reduce the use of chemical pesticides, which in turn will contribute to preserving the ecological balance and improving the quality of agricultural products.

УДК 632.9:632.3:632.4

РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДУ ОЗДОРОВЛЕННЯ ПОСІВНОГО МАТЕРІАЛУ ОВОЧЕВИХ РОСЛИН ВІД ГРИБНИХ І БАКТЕРІАЛЬНИХ ХВОРОБ

Онищенко О. І.[1], кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник;
Семененко І. І.[1], кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник;
Семененко С. В.[1], кандидат сільськогосподарських наук;
Чаюк О. О.[2], кандидат сільськогосподарських наук

sadova270922@gmail.com

[1]*Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН, Україна*
[2]*Інститут овочівництва і баштанництва НААН, Україна*

Досліджено методи оздоровлення насіннєвого матеріалу овочевих рослин (томат, перець, баклажан) від грибних і бактеріальних хвороб і стимуляції ростових процесів шляхом випробування біоформуляції на основі бактерій і грибів, їхній вплив на ростові процеси в насінні, енергію проростання, стартовий імунітет.

Хвороби та шкідники рослин є чинниками ризику, що загрожують глобальній продовольчій безпеці. Для зменшення наслідків хвороб, спричинених бактеріальними та грибними патогенами, у сільському господарстві часто застосовують значні обсяги хімічних пестицидів. Водночас одним із ключових завдань на шляху до сталого землеробства є підвищення врожайності культур для потреб населення без посилення екологічного навантаження [1].

Мікробні агенти біологічного контролю (MBCAs) довели свою ефективність як екологічно безпечна стратегія управління хворобами рослин, стимулювання росту й продуктивності рослин та збільшення врожаю. Особливе значення відводиться мікробним препаратам, оскільки вони здатні впливати не лише на конкретний шкідливий організм, а й на функціональний стан усієї системи «ґрунт – мікробіом – рослина – патоген» [2].

Нові знання про мікробіологічні агенти контролю потребують наукової оцінки зв’язку між властивостями цих мікроорганізмів та їхнім впливом на ріст рослин, урожайність і стійкість або толерантність до біотичних та абіотичних стресів [3, 4].

Метою досліджень є розроблення і обґрунтування методів оздоровлення насіннєвого матеріалу овочевих рослин від грибних і бактеріальних хвороб і стимуляції ростових процесів.

Об'єкт дослідження – насіннєвий матеріал овочевих рослин: томат, перець, баклажан.

Предмет дослідження – біоформуляції на основі бактерій і грибів, їхній вплив на ростові процеси в насінні, енергію проростання, стартовий імунітет.

Дослідженнями *in vitro,* за використання поживного середовища Чапека, підтверджено висновок щодо видового складу збудників хвороб, які зберігаються на насінні. За макро- та мікроморфологічними ознаками колоній ідентифіковано гриби-мікроміцети: *Fusarium solani* і *Fusarium oxysporum*, які належать до роду *Fusarium* і є небезпечними фітопатогенами, які викликають гнилі і фузаріозне в'янення багатьох сільськогосподарських культур, зокрема овочевих; *Alternaria solani* – збудника ранньої сухої плямистості пасльонових культур; *Stemphylium solani* – збудника чорної плямистості томатів та перцю, а також сапрофітні гриби родів *Mucor*, *Rhizopus*, *Aspergillus* та *Penicillium*, заселеність яких на насінні впливає на його якість і надалі призводить до зниження продуктивності рослин.

При виборі біопрепаратів керувалися їхньою характеристикою та основними функціями в агроценозі, а саме: мобілізацією елементів живлення, антагонізмом до патогенів, стимуляцією росту. Спосіб застосування біопрепаратів – замочування насіння в розчинах препаратів, експозиція – 20 год, 12 год і 20 хв.

Для визначення ефективності дії мікробіологічних препаратів аналізувалися наступні показники: енергія проростання, лабораторна схожість, ростові процеси (довжина корінця (ВВСН 05) і гіпокотелю (ВВСН 07).

За результатами отриманих даних встановлено, що на ефективність обробки має вплив експозиція замочування насіння. Зазначено, що замочування насіння на 20 год з одного боку позитивно впливало на енергію проростання, проте в подальшому відбувалося гальмування розвитку зародкового корінця. Особливо такою реакцією виділявся варіант із застосуванням препарату Діактоверм. Ймовірно, що це викликано складом його діючої речовини (променистий гриб *Streptomyces avermitilis* (*S.a.*) та бактерії *Pseudomonas aureofaciens* (*Ps.a*)). Зменшенням періоду замочування до 12 год і 20 хв ми уникли антагоністичної дії препаратів на проростки насіння. Проте суттєвий вплив на енергію проростання мало замочування насіння за експозицією 20 хв (табл. 1).

Таблиця 1 – Вплив мікробіологічних препаратів на енергію проростання насіння овочевих рослин, %

Варіант	**Н. в. мл/л води**	**Баклажан, сорт Алмаз**	**Перець солодкий, сорт Світозар**	**Томат, сорт Чайка**
Контроль (вода)	–	47,8	67,8	64,4
БіоГібервіт БТ, р.	30	47,8	54,4	72,2
Вітастим БТ, р.	30	**61,1**	56,8	**83,3**

Кінець таблиці 1

Діактаверм, р.	30	50,0	53,3	**83,3**
Планриз БТ, р.	50	**67,8**	46,7	**75,0**
ХелпРост насіння ЕТАЛОН	35 мл/0,25	53,3	66,7	**81,7**
$НІР_{0,95}$		*13,4*	*22,7*	*10,6*

Також відзначено, що насіння овочевих рослин неоднаково реагують на дію мікробіологічних препаратів. Так, для насіння баклажанів суттєвий вплив на енергію проростання виявили мікробні препарати Вітастим БТ і Планриз БТ; на насіння томатів – Вітастим БТ, Діактоверм, Планриз БТ. Проростки перцю солодкого виявилися найбільш чутливими до контакту з мікробними препаратами.

Аналіз показників лабораторної схожості засвідчив, що бактерізація насіння позитивно впливала на активізацію ростових процесів у насінні, про що свідчать числові значення даного показника. Суттєве зростання лабораторної схожості відзначено за обробки насіння баклажана і томату при експозиції замочування 20 хв. Щодо лабораторної схожості насіння перцю солодкого можна говорити лише про позитивну тенденцію стосовно впливу мікробіологічних препаратів (табл. 2).

Таблиця 2 – Вплив мікробіологічних препаратів на лабораторну схожість насіння овочевих рослин, %

Варіант	**Н. в. мл/л води**	**Баклажан, сорт Алмаз**	**Перець солодкий, сорт Світозар**	**Томат, сорт Чайка**
Контроль (вода)	–	66,7	77,6	71,1
БіоГібервіт БТ, р.	30	**80,0**	82,2	78,3
Вітастим БТ, р.	30	**83,3**	80,0	**85,0**
Діактаверм, р.	30	**81,1**	77,8	**86,7**
Планриз БТ, р.	50	**87,8**	81,7	**85,0**
ХелпРост насіння ЕТАЛОН	35 мл/0,25	91,7	92,2	90,0
$НІР_{0,95}$		*6,3*	*9,2*	*9,4*

За показником активності росту зародкового корінця і гіпокотелю стійкого впливу мікробних препаратів не відзначено. Позитивну тенденцію зазначено у варіантах із застосуванням біопрепаратів Діактоверм і Вітастим.

Таким чином, найбільш прийнятною експозицією для бактеризації насіння овочевих рослин (баклажан, перець, томат) є замочування в розчині мікробних препаратів протягом 20 хв із подальшим просушуванням перед посівом. За ефективністю дії на ростові процеси в насінні виділено мікробні препарати: Вітастим БТ, р. (Д.р. штами міцеліального гриба *Trichoderma*

harzianum (3 шт.) та 2-х штамів бактерій: *Pseudomonas fluorescens* шт. 2 (*P.f.* шт. 2) і *Pseudomonas fluorescens* шт. АР33 (*P.f.* АР33); Діактоверм, р. (Д.р. променистий гриб *Streptomyces avermitilis* (*S.a.*) та бактерії *Pseudomonas aureofaciens* (*Ps.a.*)); Планриз БТ, р. (Д.р. Штам бактерії: *Pseudomonas fluorescens* шт. АР33 (*P.f.* АР33)).

Перелік посилань

1. Kolomiiets Y., Butsenko L., Yemets A., Blume Y. The Use of PGPB-based Bioformulations to Control Bacterial Diseases of Vegetable Crops in Ukraine. *The Open Agriculture Journal*. 08 Jan 2024. Vol. 18. Review article. 10.2174/0118743315283724231220104524.

2. El-Saadony M. T., Saad A. M., Soliman S. M., Salem H. M., Ahmed A. I., Mahmood M., El-Tahan A. M., Ebrahim A. A. M., Abd El-Mageed T. A., Negm S. H., Selim S., Babalghith A. O., Elrys A. S., El-Tarabily K. A., AbuQamar S. F. Plant growth-promoting microorganisms as biocontrol agents of plant diseases: Mechanisms, challenges and future perspectives. *Front. Plant Sci.* 2022.13:923880 10.3389/fpls.2022.923880.

3. Chugh S., Parshad J., Kumar D., Rani S. Charter 4. Microorganisms as Biocontrol Agents in Vegetable Crops. *Microbes: Humanity and Applications*: monogr. 2022. P. 262–286. 10.1007/978-981-99-9482-3_8.

4. Medari S., Kalpana K., Ramakrishnan M. et al. Green Guardians: Bacterial Endophytes in Protecting Vegetable Crops against Pathogens. *Plant Protection Science*. 2025. 61(1). P. 21–43. 10.17221/38/2024-PPS.

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR SANITATION OF VEGETABLE SEED MATERIAL AGAINST FUNGAL AND BACTERIAL DISEASES

O. Onyshchenko[1], PhD, Sr. Research Scientist;
I. Semenenko[1], PhD, Sr. Research Scientist;
S. Semenenko[1], PhD, Sr. Research Scientist;
O. Chaiuk[2], PhD, Sr. Research Scientist

sadova270922@gmail.com

[1]***Engineering and Technological Institute «Biotekhnika» of NAAS, Ukraine;***
[2]***Institute of Vegetable and Melon Growing of NAAS, Ukraine***

Methods for the sanitation of vegetable seed material (tomato, pepper, and eggplant) against fungal and bacterial diseases, as well as for the stimulation of growth processes, were investigated. The study involved testing a bioformulation based on beneficial bacteria and fungi and evaluating its effects on seed growth processes, germination energy, and the development of initial plant immunity.

УДК 579.64:632.937:632.938

ПРИНЦИПИ СПРЯМОВАНОГО КОНСТРУЮВАННЯ ПОЛІМІКРОБНИХ СИСТЕМ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ СИНЕРГІЧНОЇ КОМПЛЕМЕНТАРНОСТІ ҐРУНТОВОГО МІКРОБІОМУ

Патика М. В.[1], доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН України;
Патика Т. І.[2], доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

patykatatyana@gmail.com

[1]***Національна академія аграрних наук, Україна;***
[2]***Інститут садівництва НААН, Україна***

Сучасний етап сільськогосподарської мікробіології вимагає переходу до раціонального інжинірингу полімікробних систем. На основі синергічної комплементарності ґрунтового мікробіому та функціонального потенціалу штамів Bacillus науково обґрунтовано архітектуру ефективних консорціумів, які забезпечують багатовекторну ростостимулювальну, супресивну, біопротекторну дію в агроценозах.

Сучасний етап розвитку сільськогосподарської мікробіології та біотехнології детермінує глибоку трансформацію підходів до створення мікробних препаратів. Традиційна практика емпіричного скринінгу, що тривалий час домінувала у конструюванні біоінокулянтів, виявляє свою екологічну обмеженість в умовах кліматичних змін та інтенсивного антропогенного навантаження на агроценози. Моноштамові препарати або штучні мікробні суміші, скомпоновані за принципом випадкової сумісності, демонструють низьку приживлюваність через конкурентне витіснення аборигенною мікробіотою. Це зумовлює фундаментальну необхідність переходу до предиктивного дизайн-інжинірингу – спрямованого конструювання полімікробних систем на основі мультиомікснихданих, розуміння метаболічного крос-фідінгу та просторової організації мікробних угруповань.

Ґрунтовий мікробіом є ключовим драйвером біогеохімічних циклів та фундаментальним індикатором супресивності ґрунтів [1, 2]. Біологізація агровиробництва вимагає не просто транзиторної інтродукції екзогенних штамів, а цілеспрямованої модуляції мікробіому через введення адаптивних полімікробних систем, здатних інтегруватися у нативні трофічні мережі та відновлювати саморегуляторний потенціал агроценозів.

Мета досліджень полягає у теоретичному обґрунтуванні та розробленні принципів спрямованого конструювання полімікробних систем на основі

синергічної комплементарності компонентів задля створення стабільних біопрепаратів нового покоління. Інтеграція сучасних мікробіологічних, еколого-трофічних та молекулярно-генетичних методів дозволила верифікувати критерії нішевої сумісності штамів-донорів та змоделювати їхню просторово-метаболічну взаємодію.

Доведено, що ключовим предиктором стабільності полімікробних систем є принцип синергічної комплементарності, який нівелює антагоністичне витіснення та забезпечує взаємодоповнення функціональних ніш. Усередині розробленої системи синергізм реалізується через оптимізовану біохімічну кооперацію. Зокрема, *PGPR*-компоненти активують азотфіксацію та солюбілізацію важкодоступних фосфатів, синтез комплексу фітогормонів модулює архітектоніку кореневої системи, а експресія ліпопептидних антибіотиків і літичних ферментів формує потужний біопротекторний бар'єр та забезпечує високу колонізаційну резистентність ризосфери.

Високу ефективність такого дизайну репрезентують мультифункціональні консорціуми на базі бактерій роду *Bacillus* spp. Штами *B. subtilis* (Н 36, Н 40, 16), *B. velezensis* 10 та *B. pumilus* 11 виявляють виражену ростостимулювальну активність і фунгіцидну дію проти широкого спектра фітопатогенів (*Fusarium* spp., *Alternaria* spp., *Bipolaris sorokiniana*, *Rhizoctonia cerealis*, *Gaeumannomyces graminis*) за рахунок продукування біосурфактантів [3]. Інтеграція ентомопатогенних штамів *B. thuringiensis* H_1 (87/3, 20/3) та H_{14} (33, 87/1) забезпечує розширення біопротекторного спектра, контролюючи популяції комах рядів *Coleoptera*, *Lepidoptera*, *Diptera* [4]. Водночас штам *B. methylotrophicus* 10 успішно інтродукується в метагеном аборигенної мікробіоти, індукуючи механізми системної стійкості (ISR) рослин до збудників хвороб (*F. sporotrichioides*, *A. alternata*, *Nigrospora oryzae*).

Для практичної реалізації розроблено алгоритм відбору компонентів, що базується на критеріях високої екологічної валідності, здатності до утворення спільних біоплівок та конкурентоспроможності в нативних екотопах. Це є гарантією збереження життєздатності інокулянтів та їхньої високої агрономічної ефективності *in vivo*.

Таким чином, запропонована концептуальна модель засади спрямованого конструювання полімікробних систем на основі синергічної комплементарності формує методологічний базис для сучасних технологій біологізації землеробства та створення кліматично стійких біопрепаратів із високою багатовекторною ефективністю.

Перелік посилань

1. Ray P., Lakshmanan V., Labbé J. L, Craven K. D. Microbe to microbiome: A paradigm shift in the application of microorganisms for sustainable agriculture. *Frontiers in Microbiology*. 2020. Vol. 11. P. 622926.

2. Wang Z., Hu X., Solanki M. K., Pang F. A synthetic microbial community of plant core microbiome can be a potential biocontrol tool. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2023. Vol. 71. P. 5030–5041.

3. Patyka M., Wang R., Honchar A., Patyka T., Khablak S. Modulation of the rhizosphere microbiome structure and optimization of beneficial functions in winter wheat induced by *Bacillus subtilis*: a metagenomic and phenotypic study. *FEMS Microbiology Ecology*. 2025. Vol. 101. fiaf097.

4. Patyka M., Wang R., Patyka T., Honchar A., Kalinichenko A. Comprehensive Evaluation of *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis*: From Molecular Profiling to Ecotope-Specific Larvicidal Efficacy Against Laboratory *Aedes aegypti* and Wild Mosquito Populations. *Insects*. 2026. Vol. 17. P. 747.

PRINCIPLES OF DIRECTED DESIGN OF POLYMICROBIAL SYSTEMS USING THE SYNERGISTIC COMPLEMENTARITY OF SOIL MICROBIOME

M. Patyka[1], D.Sc., Prof., Academician;
T. Patyka[2], D.Sc., Sr. Research Scientist

patykatatyana@gmail.com

[1]***National Academy of Agrarian Sciences, Ukraine;***
[2]***Institute of Horticulture of NAAS, Ukraine***

The current stage of agricultural microbiology dictates a transition towards the rational engineering of polymicrobial systems. Based on the synergistic complementarity of the soil microbiome and utilizing the functional potential of Bacillus strains, the architecture of highly effective consortia has been scientifically substantiated. These engineered systems are designed to integrate into native microbiomes, providing multifaceted plant growth-promoting, suppressive, and comprehensive bio-protective action in modern agrocenoses.

УДК 632.937

ДОСЛІДЖЕННЯ МІЖШТАМОВОГО АНТАГОНІЗМУ АСОЦІАЦІЇ МІКРООРГАНІЗМІВ З НЕМАТОЦИДНОЮ АКТИВНІСТЮ

Пиляк Н. В.

nceb2017@gmail.com

Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН, Україна

З метою створення комплексного мікробного препарату для контролювання чисельності фітопаразитичних нематод з Колекції мікроорганізмів ІТІ «Біотехніка» НААН було відібрано штами з нематоцидною властивістю. Попередньо створено асоціацію мікроорганізмів з нематоцидною активністю. Для підсилення антигельмінтних властивостей створеної асоціації проведено серію дослідів з колекційними мікроорганізмами, які володіють спеціалізованими біологічними структурами і утворюють цільові метаболіти, що здатні пригнічувати або обмежувати популяцію шкодочинних фітонематод.

Фітопаразитичні нематоди належать до найнебезпечніших збудників захворювань сільськогосподарських культур і щорічно спричиняють значні втрати врожаю в усьому світі [1, 2]. Внаслідок обмеження використання багатьох хімічних нематоцидів через їхню токсичність, негативний вплив на довкілля та розвиток резистентності у шкідливих організмів, останніми роками значно зріс інтерес до біологічних препаратів із нематофаговою активністю.

Результати аналізу літературних джерел свідчать, що біологічні препарати на основі нематофагових грибів, бактерій та їхніх асоціацій є одним із найперспективніших напрямів екологічно безпечного захисту рослин від фітопаразитичних нематод. Найбільш перспективними агентами біологічного контролю фітопаразитичних нематод є нематофагові гриби (*Purpureocillium lilacinum*, *Pochonia chlamydosporia*, *Arthrobotrys oligospora*, *Trichoderma* spp.) та бактерії (*Bacillus firmus*, *B. velezensis*, *B. subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pasteuria penetrans*). Їхня ефективність ґрунтується на різних механізмах дії, включаючи паразитизм, синтез токсичних метаболітів, продукцію гідролітичних ферментів, індукцію системної стійкості рослин і конкурентне витіснення патогенів [3]. Особливо перспективним напрямом є створення багатокомпонентних мікробних асоціацій, у яких поєднуються мікроорганізми з різними механізмами дії. Такі препарати здатні забезпечувати більш стабільний та тривалий захисний ефект, ніж монокультури, за умови відсутності міжштамового антагонізму та збереження функціональної активності всіх компонентів асоціації.

В Колекції ІТІ «Біотехніка» НААН, що має статус Національного надбання [4], окрім хижого гриба *Arthrobotrys oligospora* зберігаються інші грибні

культури з нематоцидними властивостями. В 2024–2025 рр. на основі колекційних мікроскопічних грибів *Paecilomyces lilacinus*, *Arthrobotrys oligospora*, *Hirsutella rhossiliensis*, *Pochonia chlamydosporia* створено стійку асоціацію мікроорганізмів №3 з нематоцидними властивостями. Але для підсилення антигельмінтних властивостей створеної асоціації необхідно провести серію дослідів з колекційними мікроорганізмами, які володіють спеціалізованими біологічними структурами і утворюють потужні цільові метаболіти, що здатні пригнічувати або обмежувати популяцію шкодочинних фітонематод.

Міжштамовий антагонізм – одна з форм конкурентних відношень, який передбачає біологічну несумісність мікроорганізмів різних видів, коли один вид мікроорганізмів пригнічує життєдіяльність іншого за рахунок утворення шкідливих продуктів, що спричиняють його ушкодження або загибель. Міжштамовий антагонізм відображає форми боротьби мікроорганізмів за джерела енергії та живлення.

Для підсилення властивостей створеної асоціації мікроорганізмів додатково застосовували колекційний штам мікроорганізмів *Streptomyces avermitilis* (*S.a.*), який пройшов депонування в Інституті мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України. Було проведено серію дослідів з колекційними мікроорганізмами.

Вивчено взаємовідносини на агаризованому поживному середовищі непатогенного ґрунтового променистого гриба *S.a.* з мікроорганізмами: *Arthrobotrys oligospora* (*A.o.*), *Hirsutella rhossiliensis* (*H.r.*), *Paecilomyces lilacinus* (*P.l*), *Pochonia chlamydosporia* (*P.chl.*), *Metarhizium anisopliae* (*M.a.*). Формування стабільної мікробної асоціації можливе лише за умови високої біологічної сумісності штамів, які входять в цю асоціацію, що забезпечує їхнє спільне існування без взаємного пригнічення росту. Результати досліджень представлено на рис. 1.

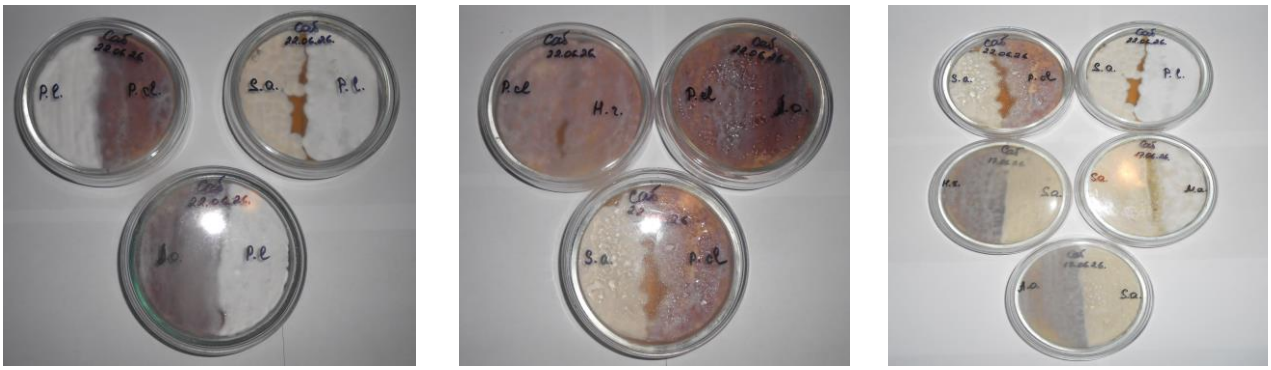


Рисунок 1 – Результати досліджень міжштамового антагонізму мікроорганізмів з нематоцидною активністю

За результатами досліджень колекційних культур відмічено, що всі культури, з якими проводилися дослідження (*S.a.*, *A.o.*, *H.r.*, *M.a.*, *P.l.*, *P.chl.*) не конкурують за поживні речовини і не використовують ресурси своїх сусідів, а

співіснують в симбіозі. Отже, при створені асоціації мікроорганізмів з нематоцидною активністю буде реалізовано потенціал кожного штаму.

Перелік посилань

1. Duponnois R., Kisa M., Plenchette C. Phosphate-solubilizing potential of the nematophagous fungus Arthrobotrys oligospora. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 2006. Vol. 169. Is. 2. P. 280–282. https://doi.org/10.1002/jpln.200520551.

2. Босий О. В. Фітопатогенні нематоди – одна з основних причин низької урожайності ягідних культур. ТОВ Фрутек. 2022. https://www.ft.ua/nematods/.

3. Williamson V. M., Hussey R. S. Nematode pathogenesis and Resistance in plants. *The Plant Cell.* 1996. Vol. 8. Is. 10. P. 1735–1745. https://doi.org/10.1105/tpc.8.10.1735.

4. Пиляк Н. В., Лобан Л. Л. Колекція промислово цінних культур мікроорганізмів для біологізації землеробства. *Мікробіологія і біотехнологія.* 2023. № 3. С. 60–66. http://dx.doi.org/10.18524/2307-4663.2023.3(59).286968.

STUDY OF INTERSTRAIN ANTAGONISM IN A MICROORGANISM ASSOCIATION WITH NEMATICIDAL ACTIVITY

N. Pyliak

nceb2017@gmail.com

Engineering and Technological Institute «Biotekhnika» of NAAS, Ukraine

With the aim of developing a complex microbial preparation for controlling populations of phytoparasitic nematodes, strains possessing nematicidal properties were selected from the Collection of Microorganisms of the Engineering and Technological Institute «Biotekhnika» of NAAS, Ukraine. A microbial association with nematicidal activity was preliminarily established. To enhance the anthelmintic properties of the developed microbial association, a series of experiments was conducted using collection microorganisms possessing specialized biological structures and producing target metabolites capable of suppressing or limiting populations of harmful plant-parasitic nematodes.

УДК 635.22:631.847.2

ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ ОПТИМІЗАЦІЇ ЖИВЛЕННЯ БАТАТУ ЗА ВИКОРИСТАННЯ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ

Семененко С. В.[1], доктор філософії;
Романов В. О.[2]

svetlanavladimirovna27@ukr.net

[1]***Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН, Україна;***
[2]***Інститут овочівництва і баштанництва НААН, Україна***

Досліджено ефективність застосування мікробних препаратів у системі живлення батату в умовах Лівобережного Лісостепу України. Встановлено позитивний вплив препаратів на врожайність та біохімічні показники бульб. У 2025 р. найвищу врожайність отримано за застосування HelpRost для овочевих – 20,10 т/га, а найнижчий вміст нітратів (29,60 мг/кг) – за поєднання Гуміфренду з HelpRost.

Батат є перспективною овочевою культурою, продуктивність та якість бульб якої значною мірою залежать від умов мінерального живлення. Традиційне використання мінеральних добрив дає змогу підвищувати врожайність, однак надмірне застосування, особливо азотних добрив, може негативно впливати на ґрунтову мікробіоту та процеси трансформації поживних речовин [1, 2]. Перспективним напрямом біологізації технології вирощування є використання мікробних препаратів, які сприяють азотфіксації, мобілізації фосфорних і калійних сполук та стимулюють ростові процеси рослин [2, 3].

Метою дослідження було визначення ефективності різних систем застосування мікробних препаратів для оптимізації живлення батату в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Дослідження проводили в Інституті овочівництва і баштанництва НААН. У досліді вивчали вплив Мікофренду, HelpRost для овочевих, Граундфіксу та Гуміфренду на продуктивність та якість бульб батату. Мікофренд застосовували у фертигацію в нормі 1 л/га, HelpRost для овочевих – для позакореневих підживлень у нормі 2 л/га. Вивчали як окреме застосування препаратів, так і їхнє поєднання.

Батат сорту Адмірал вирощували за краплинного зрошення та мульчування ґрунту чорною поліетиленовою плівкою товщиною 120 мкм. Дослідження проводили за схемами застосування мікробних препаратів, що передбачали внесення їх через фертигацію та позакореневі підживлення.

Застосування мікробних препаратів позитивно впливало на формування листкового апарату рослин. За використання HelpRost для овочевих у поєднанні

з Мікофрендом або Гуміфрендом формувалася значна площа листків. У третій декаді червня вона становила 2,41–2,56 м^2/га, у третій декаді липня – 19,47–20,45 м^2/га, а в третій декаді серпня – 23,12–27,45 м^2/га. Використання мікробних препаратів також забезпечувало підвищення чистої продуктивності фотосинтезу на 28,9–63,9 % порівняно з контролем, а також суттєве зростання врожайності і покращення якості продукції (табл. 1).

Таблиця 1 – Вплив мікробних препаратів на врожайність та якість бульб батату, 2025 р.

Система удобрення	**Врожайність, т/га**	**Вміст в бульбах**					
		Суха речовина, %	**Загальний цукор, %**	**Вітамін С на 100 мг**	**Каротин, мг/100 г**	**Крохмаль, %**	**Нітрати, мг/кг**
Контроль (без обробок)	16,25	17,20	3,00	2,57	4,34	8,71	47,21
Мікофренд (1 л/га)	19,50	19,60	3,30	3,76	5,01	10,19	38,66
Мікофренд (1 л/га) + HelpRost для овочевих (2 л/га)	19,30	18,00	3,90	4,78	4,54	12,38	34,03
HelpRost для овочевих (2 л/га)	20,10	17,90	4,10	3,05	4,57	10,87	33,82
Граундфікс (5 л/га) + Гуміфренд (1,5 л/га)	18,90	18,10	3,50	4,24	5,60	9,73	46,14
Гуміфренд (1,5 л/га) + HelpRost для овочевих (2 л/га)	19,90	19,50	4,00	3,30	5,67	10,35	29,60
$НІР_{0,95}$	*2,74*	*0,93*	*0,18*	*0,19*	*0,42*	*0,53*	*5,74*

Аналіз урожайності показав, що всі досліджувані системи живлення забезпечували її підвищення порівняно з контролем. У контрольному варіанті урожайність становила 16,25 т/га. За застосування Мікофренду вона зростала до 19,50 т/га, за поєднання Мікофренду з HelpRost – до 19,30 т/га. Найвищу урожайність – 20,10 т/га – отримано за використання HelpRost для овочевих. За поєднання Гуміфренду з HelpRost урожайність становила 19,90 т/га, а Граундфіксу з Гуміфрендом – 18,90 т/га.

Позитивна дія мікробних препаратів проявлялася також у зміні якісних показників бульб. Найвищий вміст сухої речовини – 19,60 % – отримано за використання Мікофренду, дещо нижчі значення – 19,50 % – за поєднання Гуміфренду з HelpRost. Вміст загального цукру коливався від 3,00 % у контролі до 4,10 % за застосування HelpRost для овочевих.

Вміст вітаміну С у бульбах змінювався залежно від системи живлення. Найвище його значення – 5,67 мг/100 г – зафіксовано за поєднання Гуміфренду з HelpRost для овочевих. За Мікофренду та HelpRost цей показник становив 4,78 мг/100 г, за Граундфіксу та Гуміфренду – 4,24 мг/100 г, тоді як у контролі – 2,57 мг/100 г.

Вміст каротину був найвищим за поєднання Граундфіксу з Гуміфрендом – 5,60 мг/100 г, а за використання Мікофренду – 5,01 мг/100 г. Найвищий вміст крохмалю – 12,38 % – встановлено за сумісного застосування Мікофренду та HelpRost для овочевих. У контрольному варіанті цей показник становив 8,71 %.

Важливим результатом було зниження вмісту нітратів у бульбах за більшості досліджуваних систем живлення. У контролі їхня кількість становила 47,21 мг/кг. За використання Мікофренду вона знижувалася до 38,66 мг/кг, Мікофренду та HelpRost – до 34,03 мг/кг, HelpRost – до 33,82 мг/кг. Найнижчий вміст нітратів – 29,60 мг/кг – отримано за поєднання Гуміфренду з HelpRost для овочевих.

Таким чином, результати досліджень 2025 р. підтвердили ефективність використання мікробних препаратів для оптимізації живлення батату. Усі досліджувані варіанти забезпечували підвищення врожайності порівняно з контролем. Найвищу урожайність – 20,10 т/га – сформували рослини за застосування HelpRost для овочевих. Поєднання Мікофренду з HelpRost забезпечило найвищий вміст крохмалю – 12,38 %, а Гуміфренду з HelpRost – найвищий вміст вітаміну С (5,67 мг/100 г) та найнижчий вміст нітратів (29,60 мг/кг). Отримані результати свідчать про перспективність застосування мікробних препаратів як елементів біологізації технології вирощування батату [2, 3].

Перелік посилань

1. Solano J., Corrêa C., Gouveia A., Evangelista R., Cardoso A., Ming L. C. The quality of sweet potatoes with different doses and separate application of nitrogen fertilizer. *Acta Horticulturae*. 2018. Vol. 1194. P. 79–84. 10.17660/ActaHortic.2018.1194.13.

2. Gao Z., Han M., Hu Y., Li Z., Liu C., Wang X. et al. Effects of continuous cropping of sweet potato on the fungal community structure in rhizospheric soil. *Frontiers in Microbiology*. 2019. Vol. 10. Article 2269. 10.3389/fmicb.2019.02269.

3. Etesami H. Enhancing soil microbiome resilience: the mitigating role of silicon against environmental stresses. *Frontiers in Agronomy*. 2024. Vol. 6. Article 1465165. 10.3389/fagro.2024.1465165.

EFFICIENCY OF SWEET POTATO NUTRITION OPTIMIZATION SYSTEMS USING MICROBIAL PREPARATIONS

S. Semenenko[1], PhD;
V. Romanov[2]

[1]***Engineering and Technological Institute «Biotekhnika» of NAAS, Ukraine;***
[2]***Institute of Vegetable and Melon Growing of NAAS, Ukraine***

svetlanavladimirovna27@ukr.net

The effectiveness of using microbial preparations in the sweet potato nutrition system was investigated under the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. A positive effect of the preparations on tuber yield and biochemical parameters was established. In 2025, the highest yield (20.10 t/ha) was obtained with the use of HelpRost for vegetables, while the lowest nitrate content (29.60 mg/kg) was achieved through the combination of Humifrend and HelpRost.

УДК 633.34:631.547; 631.576

ВПЛИВ БІОПРЕПАРАТІВ НА РОЗВИТОК РОСЛИН ТА УРАЖЕНІСТЬ СОЇ ХВОРОБАМИ

Сергієнко В. Г.[1], кандидат сільськогосподарських наук**,** старший науковий співробітник**;**
Сергієнко Ю. П.[1];
Тищук О. П.[1];
Титова Л. В.[2], кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник

v-serg@ukr.net

[1]***Інститут захисту рослин НААН, Україна;***
[2]***Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН, Україна***

Досліджено розвиток рослин та ураженість сої хворобами за обробки насіння біологічними препаратами. Встановлено, що біопрепарати на основі бактерій родів Bacillus, Pseudomonas, Streptomyces та Bradyrhizobium japonicum проявляли стимулювальний вплив на схожість і ріст рослин та обмежували ураження сої в період вегетації інфекційними хворобами, зокрема альтернаріозом та пероноспорозом.

Соя – цінна білково-олійна культура, яка використовується для кормових, продовольчих та технічних цілей. За останні 50 років виробництво сої у світі зросло майже в 10 разів. В Україні соя є стратегічною культурою, оскільки відіграє вагому роль у підвищенні культури землеробства, родючості ґрунту і розв’язанні продовольчої проблеми.

Вагомим чинником недобору врожаю зерна є ураженість сої інфекційними хворобами в період вегетації. На даний час сільськогосподарські виробники для зниження втрат урожаю в технологіях вирощування сої використовують здебільшого хімічні препарати, що несе певну загрозу довкіллю і людям.

Тим часом світова наука і практика притримуються твердження, що має відбутися поступовий перехід від хімізації сільського господарства до органічного, екологічно безпечного виробництва без втрати його прибутковості. Велике значення для біологізації виробництва і підвищення продуктивності сільськогосподарських культур має використання біологічних препаратів.

Як зазначають дослідники, біологічні препарати сприяють підвищенню ґрунтової родючості, продуктивності культурних рослин і якості врожаю, позитивно впливають на ріст і розвиток рослин. Крім того, мікробні препарати захищають їх від фітопатогенної мікробіоти й шкідників, дозволяють знижувати норми внесення мінеральних добрив і пестицидів [1–3]. За даними

О. М. Зубко та інших, вплив біопрепаратів на продуктивність рослин сої здебільшого проявляється у реакції сорту на формування стебла та закладання на ньому репродуктивних органів [4]. Вченими також доведено, що комбінація бактерій *Bradyrhizobium japonicum* та *Bacillus subtilis* підвищувала стійкість рослин до посухового стресу в умовах дефіциту води [5], що дуже важливо для сьогодення.

Аналіз публікацій свідчить, що роль біологічних препаратів в технологіях вирощування сої з кожним роком зростає. Нині ринок в Україні пропонує більше 90 найменувань біологічних препаратів для обробки насіння сої та понад 10 найменувань для обробки рослин у період вегетації.

Мета досліджень – визначити вплив біологічних препаратів на схожість і розвиток рослин сої та ураженість її хворобами у період вегетації.

Для передпосівної інокуляції насіння сої використовували препарати на основі різних біоагентів, а саме бактерій родів *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Streptomyces* та деякі їхні комбінації з азотофіксувальними бактеріями *Bradyrhizobium japonicum*. Схема досліду включала 8 варіантів:

- контроль (вода) – №1;
- воріор (*Streptomyces violaceus*), 0,2 л/т + Фунгіклін (*Streptomyces netropsis*), 0,2 л/т – №2;
- сідон соя (*Bradyrizobium japonicum)*, 2,5 кг/т – №3;
- сідон соя (*Bradyrizobium japonicum*), 2,5 кг/т + Різосейв, 1 л/т – №4*;*
- ековітал (*Bradyrizobium japonicum* + *Bacillus megaterium*), 1 л/т – №5;
- ризобін^{К} (асоціація 3-х штамів *Bradyrizobium japonicum*) + Інфітол (ендофітний штам *Bacillus velezensis*), 1 л/т – №6;
- споразин С (*Preudomonas aureofaciens* Mb-24 + *Preudomonas aureofaciens* Mb-17 + *Bacillus subtilis* BT-7), 3,0 л/т – №7;
- вайбранс RFC 112.5 FS (фунгіцидний протруйник), (седаксан, 49,98 г/л + флудіоксоніл, 25,04 г/л + металаксил-М, 37,51 г/л), 1,0 л/т (еталон) – №8.

Дослід дрібноділянковий, сорт сої – муза (ранньостиглий).

Для порівняння дії біологічних препаратів використовували також фунгіцидний протруйник.

Результати досліджень

Використання біологічних препаратів для передпосівної обробки насіння сої позитивно вплинуло на схожість і розвиток рослин в період вегетації. Біопрепарати забезпечили в цілому вищий рівень схожості порівняно з контролем в середньому на 4 %. Оцінка фітосанітарного стану посіву у фазу трьох справжніх листків засвідчила, що рослини мали потужний листовий апарат і темно-зелене забарвлення, ураження хворобами і пошкодження шкідниками було відсутнім. Висота рослин в цей період знаходилась на рівні 24–30 см. Найвищу висоту рослин зафіксовано у варіантах №4 і №6.

Варто відмітити, що обробки насіння сої біопрепаратами сприяли зниженню ураження рослин хворобами. Перші ознаки прояву альтернаріозу виявлено у фазу цвітіння – початок плодоутворення, а появу пероноспорозу відзначено у фазу початку дозрівання бобів. На цей час розвиток альтернаріозу

в контролі становив 11,0 %, а у дослідних варіантах – 5,6–7,4 %, пероноспорозу – відповідно, 16,4 % у контролі та 7,0–12,8 % у дослідних варіантах. Для порівняння у варіанті з фунгіцидним протруйником розвиток альтернаріозу та пероноспорозу знаходився на рівні, відповідно, 3,6 % та 3,8 %.

У варіантах з обробкою насіння біопрепаратами ураженість рослин сої альтернаріозом знижувалась у 1,7 раза, а пероноспорозом – в 1,6 раза. Найвищу ефективність проти альтернаріозу сої серед біопрепаратів забезпечили комбінації Воріор + Фунгіклін, Сідон соя + Різосейв та Ризобін^{К} + Інфітол. Проти пероноспорозу найвищу ефективність проявили суміш Воріор + Фунгіклін та комплексний препарат Сідон С.

Висновки

Передпосівна обробка насіння біологічними препаратами мала стимулювальний вплив на ріст і розвиток рослин та сприяла зниженню ураженості рослин інфекційними хворобами в період вегетації. У варіантах з біопрепаратами відмічено вищі показники схожості і висоти рослин. Протягом вегетації виявлено ураження рослин альтернаріозом та пероноспорозом. Завдяки застосуванню біологічних препаратів розвиток цих хвороб зменшився у 1,6–1,7 раза.

Перелік посилань

1. Соломійчук М. П., Кордулян Ю. В., Мельник А. Т., Піковський М. Й. Вплив біологічних комплексів та біостимулюючих речовин на ріст і розвиток рослин сої в Західному Лісостепу України. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 67(II). С. 182–197. 10.32636/01308521.2020-(67)-2-12.

2. Грицюк Н. Вплив біологічних препаратів на розвиток хвороб сої. *Органічне виробництво і продовольча безпека*: зб. праць учасн. XI Міжнар. наук.-практ. конф. (23–24 травня 2024 р.). Житомир: Поліський національний університет, 2024. С. 24–26.

3. Шепілова Т. П. Вплив біопрепаратів на продуктивність сої. *Зб. наук. праць Уманського національного університету*. 2019. Вип. 94, ч. 1. С. 255–264. 10.31395/2415-8240-2019-94-1-255-264.

4. Зубко О. М., Бердін С. І., Бутенко Є. Ю., Ставицький А. А. Вплив біологічних препаратів для передпосівної обробки насіння на динаміку формування морфологічних ознак сої. *Український журнал природничих наук*. 2025. № 11. С. 127–135. https://doi.org/10.32782/naturaljournal.11.2025.13.

5. Marinković J., Miljaković D., Đorđević V., Vasiljević M., Tamindžić G., Miladinović. J., Vasiljević S. Perspectives of Bradyrhizobium and *Bacillus* Inoculation for Improvement of Soybean Tolerance to Water Deficit. *Agronomy*. 2024. Vol. 14(11). Article 2692. 10.3390/agronomy14112692.

INFLUENCE OF BIOPRODUCTS ON PLANT DEVELOPMENT AND DISEASE INFECTION OF SOYBEAN

V. Sergiienko[1], PhD, Sr. Research Scientist;
I. Sergiienko[1];
O. Tyshchuk[1];
L. Tytova[2], PhD, Sr. Research Scientist

[1]***Institute of Plant Protection of NAAS, Ukraine;***
[2]***D. K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of NAS, Ukraine***

v-serg@ukr.net

This study investigated plant development and disease incidence in soybeans following seed treatment with biological agents. It was found that biological preparations based on bacteria of the genera Bacillus, Pseudomonas, Streptomyces, and Bradyrhizobium japonicum had a stimulating effect on plant germination and growth and limited the incidence of infectious diseases in soybeans, particularly Alternaria leaf spot and downy mildew, during the growing season.

УДК 635.342:631.461.5

ЯКІСТЬ І ЛЕЖКІСТЬ КАПУСТИ БІЛОГОЛОВОЇ ЗА ЗАСТОСУВАННЯ *AZOTOBACTER CHROOCOCCUM* 2.1

Худенко О. В.[1];
Козар С. Ф.[1,2], доктор сільськогосподарських наук

olexandrkhudenko@gmail.com

[1]***Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, Україна;***
[2]***Національний університет «Чернігівська політехніка», Україна***

Наведено результати польового досліду з інокуляції штамом Azotobacter chroococcum 2.1 шести гібридів капусти білоголової через краплинну фертигацію. Інокуляція підвищила лежкість у середньому на 3,9 доби, вміст сухої речовини і вітаміну С, а втрати маси при зберіганні знизила на 0,1 в. п. Найбільший ефект отримано у гібридів Професор і Сторідор на підвищеному фоні живлення.

Лежкість капусти білоголової залежить від гібрида та умов вирощування, зокрема мінерального живлення [1]. Підвищення доз азоту може збільшувати накопичення нітратів в овочах, зокрема в салаті [2]. Одним із напрямів удосконалення живлення рослин є застосування діазотрофів роду *Azotobacter*, здатних фіксувати атмосферний азот і сприяти росту рослин [3]. Вплив азотобактера на якість овочів вивчали, зокрема, за позакореневого внесення в гідропоніці [4], проте його вплив на лежкість капусти білоголової за внесення з поливною водою в польових умовах потребує подальшого вивчення.

Мета досліджень полягає у з'ясуванні впливу інокуляції штамом *A. chroococcum* 2.1 (IMB B-7836) у системі краплинної фертигації на якість і лежкість капусти білоголової.

Польовий дослід проведено у 2025 р. у Вінницькій обл. за схемою: 6 гібридів F_1 (Тайсон, Кеплер, Саксесор, Сапфір, Професор, Сторідор) × 3 фони мінерального живлення (без добрив; $N_{35}P_{15}K_{10}Mg_{1,5}Ca_{25}S_{1,2}$; $N_{70}P_{30}K_{20}Mg_3Ca_{50}S_{2,5}$) × 2 варіанти (без інокуляції та з інокуляцією); повторність чотириразова, облікова площа ділянки 100 м^2. Використовували штам *A. chroococcum* 2.1 (IMB B-7836) [5]. Культуральну рідину штаму з титром не менше 10^9 КУО/мл вносили через інжектор Вентурі тричі за вегетацію – у фази 4–5, 6–8 та 8–10 справжніх листків – по 1 л/га за одне внесення. Втрати маси при зберіганні визначали ваговим методом за різницею маси головок на початку та наприкінці зберігання; лежкість визначали як тривалість зберігання до технічної непридатності (в'янення покривного листя, ознаки гниття) не менше ніж 50 % головок у повторенні. Капусту зберігали на стелажах у

підвальних приміщеннях за температури 0–3 °С і відносної вологості повітря 90–95 %. Дані опрацьовано трифакторним дисперсійним аналізом із використанням $НІР_{0,05}$.

Інокуляція *A. chroococcum* 2.1 статистично значуще збільшувала лежкість капусти в середньому з 93,2 до 97,1 доби (+3,9 доби, або 4,2 %; $НІР_{0,05}$ для головного ефекту інокуляції 1,27 доби). Водночас лежкість істотно відрізнялася між гібридами: від 32,8 доби у Тайсона до 188,3 доби у Сторідора (у середньому за фонами живлення та варіантами інокуляції) (табл. 1). На підвищеному фоні живлення приріст лежкості у Професора і Сторідора становив 9,0 і 11,1 доби відповідно та перевищував $НІР_{0,05}$ для порівняння окремих комбінацій гібрида, фону живлення й інокуляції (5,40 доби). В інших поєднаннях гібрида та фону живлення різниця між інокуляцією і контролем не перевищувала цієї межі. Чисельно найбільший приріст лежкості за інокуляції спостерігали на підвищеному фоні (+5,65 доби проти +4,0 без добрив і +2,0 на помірному).

Таблиця 1 – Лежкість і втрати маси при зберіганні капусти білоголової залежно від інокуляції *A. chroococcum* 2.1 (середнє за трьома фонами живлення)

Гібрид F_1	**Лежкість, діб**		**Втрати маси, %**	
	контроль	**інокуляція**	**контроль**	**інокуляція**
Тайсон	31,81	33,80	5,06	4,94
Кеплер	32,16	36,49*	4,99	4,93
Саксесор	62,86	65,50	7,08	6,95
Сапфір	62,89	65,84	6,91	6,87
Професор	184,15	189,12*	10,08	9,95
Сторідор	185,16	191,53*	9,98	9,86
Середнє	93,17	97,05*	7,35	7,25*

Примітка. * – Статистично значуща різниця порівняно з контролем у тому самому рядку ($p < 0,05$). Для рядків окремих гібридів $НІР_{0,05}$ становить 3,12 доби для лежкості та 0,18 відсоткового пункту для втрат маси; для рядка «Середнє» – відповідно 1,27 доби та 0,07 відсоткового пункту.

Втрати маси головок при зберіганні знижувалися в середньому з 7,35 до 7,25 %, тобто на 0,10 в. п. ($НІР_{0,05}$ становить 0,07 в. п.). За окремими гібридами різниця не перевищувала $НІР_{0,05}$ (0,18 в. п.). Отже, середній ефект інокуляції був статистично значущим, але невеликим за абсолютною величиною.

Підвищення лежкості супроводжувалося статистично значущим збільшенням вмісту окремих біохімічних компонентів у середньому за гібридами і фонами живлення. Вміст сухої речовини зріс з 9,90 до 10,30 %, вітаміну С – з 48,2 до 50,2 мг/100 г, цукрів – з 3,77 до 3,84 %, пектинових речовин – з 0,46 до 0,47 %. $НІР_{0,05}$ для головного ефекту інокуляції становила: для вмісту сухої речовини – 0,10 в. п.; вітаміну С – 0,52 мг/100 г; цукрів – 0,04

та пектинових речовин – 0,005 в. п. Вміст заліза, цинку й магнію збільшувався менше ніж на 4 %. Підвищений вміст заліза може бути пов'язаний зі здатністю *A. chroococcum* синтезувати сидерофори [5]. Статистично значущого головного ефекту інокуляції на вміст кальцію та калію не встановлено.

Статистично значущого ефекту інокуляції на вміст нітратів у середньому за гібридами та фонами живлення не встановлено, тоді як відмінності між гібридами були істотними. Зміни ураженості хворобами залежали від поєднання гібрида та фону живлення і були різноспрямованими. Тому результативність інокуляції слід оцінювати з урахуванням гібрида, фону мінерального живлення та конкретного показника якості продукції.

Отже, в умовах досліду інокуляція *A. chroococcum* 2.1 через систему фертигації сприяла підвищенню лежкості й окремих показників якості капусти білоголової. Найбільші прирости лежкості отримано у гібридів Професор і Сторідор на підвищеному фоні мінерального живлення.

Перелік посилань

1. Kader A. A. (ed.). *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. 3rd ed. Oakland: University of California, Agriculture and Natural Resources, 2002. 535 p. (Publication 3311).

2. Razmjooei Z., Etemadi M., Eshghi S. et al. Potential role of foliar application of *Azotobacter* on growth, nutritional value and quality of lettuce under different nitrogen levels. *Plants*. 2022. Vol. 11, No. 3. Art. 406. 10.3390/plants11030406.

3. Aasfar A., Bargaz A., Yaakoubi K. et al. Nitrogen fixing *Azotobacter* species as potential soil biological enhancers for crop nutrition and yield stability. *Frontiers in Microbiology*. 2021. Vol. 12. Art. 628379. 10.3389/fmicb.2021.628379.

4. Dwedar S., Abdel-Hamid M. S., Keshk D. et al. Production of hydroxamate siderophores by *Azotobacter chroococcum* bacterium. *Menoufia Journal of Agricultural Biotechnology*. 2015. Vol. 40, No. 2. P. 409–417. 10.21608/mjab.2015.322270.

5. Білоконська О. М., Козар С. Ф. Штам бактерій *Azotobacter chroococcum* 2.1 (IMB B-7836) для одержання бактеріального добрива: пат. 141782 Україна, МПК C12N 1/02, C05F 11/08. № u 2019 10487; заявл. 21.10.2019; опубл. 27.04.2020, Бюл. № 8.

QUALITY AND STORABILITY OF WHITE CABBAGE UNDER APPLICATION OF *AZOTOBACTER CHROOCOCCUM* 2.1

O. Khudenko[1];
S. Kozar[1,2], D.Sc., Sr. Research Scientist

olexandrkhudenko@gmail.com

[1]*Institute of Agricultural Microbiology and Agro-Industrial Production of NAAS, Ukraine;*
[2]*Chernihiv Polytechnic National University, Ukraine*

Results of a field trial (2025) on inoculation of six white cabbage hybrids with Azotobacter chroococcum 2.1 via drip fertigation are presented. Inoculation increased storability by 3.9 days on average, as well as dry matter and vitamin C content, while storage weight loss decreased by 0.1 percentage points. The largest effect was obtained in hybrids Professor and Storidor at the higher fertilizer level.

СЕКЦІЯ 4

ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ БІОЛОГІЗАЦІЇ ЗЕМЛЕРОБСТВА

УДК 632.937.1:632.752.2:633.3

ЕНТОМОФАГИ БОБОВОЇ ПОПЕЛИЦІ НА КВАСОЛІ ТА ВІГНІ ЯК ЧИННИК БІОЛОГІЗАЦІЇ ЗАХИСТУ РОСЛИН

Васильєва Ю. В., кандидат сільськогосподарських наук, доцент;
Середа В. А.

vasilevaula952@gmail.com

Державний біотехнологічний університет, Україна

Досліджено ентомофагів бобової попелиці на посівах квасолі та вігни. Встановлено строки заселення рослин попелицею, динаміку її чисельності та видовий склад природних ворогів. Зареєстровано 33 таксони ентомофагів. Зафіксовано, що їхня чисельність зростала після підвищення заселеності рослин попелицею понад три бали та сприяла її природному регулюванню за відносно низької чисельності фітофага.

Квасоля та вігна – важливі білкові культури, однак їхня врожайність може істотно знижуватися за високої чисельності бобової попелиці (*Aphis fabae* Scopoli, 1763). Живлення фітофага на молодих листках, пагонах, бутонах і бобах призводить до ослаблення рослин, порушення їхнього росту й розвитку та зниження продуктивності, а за високої чисельності попелиці особливо на молодих рослинах може спричиняти їхнє відмирання. Важливе значення у природному регулюванні чисельності *A. fabae* має комплекс її природних ворогів, представлений хижаками та паразитоїдами [1, 2].

Дослідження проводили у 2023–2025 рр. в ННВЦ «Дослідне поле «Докучаєвське»» Державного біотехнологічного університету. Обліки здійснювали на посівах квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris* L.), лімської (*P. lunatus* L.), багатоквіткової (*P. coccineus* L.), машу (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek) та вігни китайської (*V. unguiculata* (L.) Walp.). Чисельність попелиці й її ентомофагів, а також заселеність ними рослин визначали методом косіння ентомологічним сачком, за допомогою жовтих і синіх клейових пасток та методом візуального обстеження рослин у різні фенологічні фази. Основну увагу приділяли динаміці заселення рослин *A. fabae* та одночасному обліку її природних ворогів.

Заселення рослин бобовою попелицею розпочиналося у фазі формування 2–3 трійчастих листків. Подальше збільшення чисельності фітофага відбувалося у період бутонізації, цвітіння та на початку формування бобів. Саме в ці фенологічні фази відмічали найінтенсивніше заселення рослин і формування колоній *A. fabae*.

У 2025 р. середній бал заселення рослин бобовою попелицею становив 0,94 на квасолі лімській, 0,81 – на багатоквітковій, 0,60 – на звичайній, 0,32 – на вігні китайській та 0,29 – на маші. Найвищий рівень заселення фітофагом зафіксовано на квасолі лімській, тоді як маш і вігна китайська характеризувалися найнижчими показниками.

Рівень заселеності рослин бобовою попелицею істотно змінювався залежно від року досліджень. У 2023 р. чисельність *A. fabae* була невисокою, а середній бал заселення становив 0,18 на квасолі лімській, 0,14 – на багатоквітковій, 0,10 – на звичайній, 0,08 – на вігні китайській та 0,05 – на маші. Найвищі показники зафіксовано у фазах бутонізації та формування бобів, проте рівень заселення не досягав значень, за яких виникала потреба в інсектицидному захисті.

У 2024 р. чисельність попелиці істотно зросла. Середній бал заселення підвищився до 1,37 на квасолі лімській, 1,15 – на багатоквітковій, 0,80 – на звичайній, 0,15 – на маші та 0,29 – на вігні китайській. Найінтенсивніше збільшення чисельності фітофага відбувалося у період цвітіння та формування бобів, коли формувалися найбільш численні колонії бобової попелиці.

Важливу роль у природній регуляції чисельності бобової попелиці відігравав комплекс ентомофагів. Ефективність природного регулювання популяцій попелиць значною мірою залежить від різноманіття та чисельності їхніх ентомофагів, а також від взаємодії між видами хижаків і їхньою здобиччю [3]. Загалом на посівах було зареєстровано 33 ентомофагічні таксони, серед яких представники кокцинелід, золотоочок, хижих клопів, хижих трипсів і паразитоїдів, а також афідофаги з рядів Diptera та Hymenoptera. До найбільш поширених афідофагів належали *Coccinella septempunctata* Linnaeus, 1758; *Hippodamia variegata* (Goeze, 1777); *Scymnus frontalis* (Fabricius, 1787); *Propylea quatuordecimpunctata* (Linnaeus, 1758); *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773); *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836); *Chrysopa perla* (Linnaeus, 1758); *Nabis ferus* (Linnaeus, 1758); *Orius niger* (Wolff, 1811); *Orius horvathi* (Reuter, 1884); *Aeolothrips fasciatus* (Linnaeus, 1758); *Lysiphlebus fabarum* (Marshall, 1895); *Aphidoletes aphidimyza* (Rondani, 1847); *Eupeodes corollae* (Fabricius, 1794); *Episyrphus balteatus* (De Geer, 1776); *Sphaerophoria scripta* (Linnaeus, 1758); *Scaeva pyrastri* (Linnaeus, 1758); *Syrphus ribesii* (Linnaeus, 1758), а також представники родів *Didea* spp. та *Syrphus* spp.

Для дзюрчалок враховували відмінності у живленні на різних стадіях розвитку: личинки живилися попелицями, тоді як імаго переважно споживали нектар і пилок.

Характерною особливістю комплексу ентомофагів було те, що збільшення їхньої чисельності відбувалося після зростання чисельності

A. fabae, тобто з певним часовим запізненням. Помітне збільшення кількості природних ворогів реєстрували переважно за умови заселення рослин понад 3 бали за п'ятибальною шкалою. Найбільшу чисельність ентомофагів зафіксували у період максимального розвитку колоній попелиці. Таким чином, збільшення чисельності природних ворогів відбувалося слідом за зростанням чисельності фітофага, що забезпечувало передумови для його природного регулювання.

Характер природного регулювання чисельності *A. fabae* комплексом ентомофагів змінювався залежно від чисельності фітофага та умов року. У 2023 р. за низької чисельності попелиці масового розвитку її колоній не спостерігали, а наявний комплекс ентомофагів сприяв природному обмеженню чисельності фітофага. У 2024 р. зі збільшенням чисельності попелиці зростала й чисельність її природних ворогів, проте цього було недостатньо для стримування масового формування колоній. У 2025 р. чисельність фітофага була нижчою, ніж у 2024 р., але вищою порівняно з 2023 р.; чисельність ентомофагів також збільшувалася слідом за розвитком попелиці. Отже, за невисокої чисельності *A. fabae* природні вороги сприяли стримуванню розвитку популяції, тоді як за масового розмноження фітофага їхньої кількості було недостатньо для обмеження формування численних колоній. Така закономірність узгоджується з результатами досліджень, в яких ефективність біологічного контролю попелиць пов'язували зі співвідношенням чисельності фітофага та його природних ворогів [4].

Загалом встановлено, що комплекс ентомофагів бобової попелиці є важливим чинником природного регулювання її чисельності на посівах квасолі та вігни. На досліджуваних культурах зареєстровано 33 ентомофагічні таксони, а найбільшу їхню чисельність реєстрували у період максимального розвитку колоній *A. fabae*. Збільшення чисельності природних ворогів відбувалося після зростання кількості попелиці з певним часовим запізненням. За низької чисельності фітофага ентомофаги сприяли його природному обмеженню, тоді як за масового розвитку попелиці їхньої чисельності було недостатньо для повного стримування її розмноження. Отримані результати підтверджують перспективність збереження та використання природного комплексу ентомофагів як складової біологізації захисту квасолі та вігни.

Перелік посилань

1. Леженіна І. П., Карпенко Ю. В., Гопцій Т. І. Бобова попелиця (*Aphis fabae* Scop.) на насіннєвих посівах амаранта: динаміка заселеності, ентомофаги. *Вісник ХНАУ ім. В. В. Докучаєва. Фітопатологія та ентомологія*. 2012. № 11. С. 94–98.

2. Boivin G., Hance T., Brodeur J. Aphid parasitoids in biological control. *Canadian Journal of Plant Science*. 2012. Vol. 92, No. 1. P. 1–12. https://doi.org/10.4141/cjps2011-045.

3. Krey K. L., Smith O. M., Chapman E. G., Crossley M. S., Crowder D. W., Fu Z., Harwood J. D., Jensen A. S., Lynch C. A., Snyder G. B., Snyder W. E. Prey

and predator biodiversity mediate aphid consumption by generalists. *Biological Control*. 2021. Vol. 160. 104650. https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2021.104650.

4. Gospodarek J. Effect of *Sinapis alba* L. as an Insectary Planton the Occurrence of *Aphis fabae* Scop., Coccinellidae and Syrphidaein Broad Bean. *Agronomy.* 2021. Vol. 11. 2202. https://doi.org/10.3390/agronomy11112202.

ENTOMOPHAGES OF THE BLACK BEAN APHID ON PHASEOLUS AND VIGNA AS A FACTOR IN THE BIOLOGIZATION OF PLANT PROTECTION

Y. Vasylieva, PhD, Assoc. Prof.;
V. Sereda

vasilevaula952@gmail.com

State Biotechnological University, Ukraine

Entomophages of the black bean aphid were studied in crops of Phaseolus and Vigna. The timing of plant infestation by the aphid, its population dynamics, and the species composition of natural enemies were determined. A total of 33 entomophagous taxa were recorded. Their abundance increased after plant infestation by the aphid exceeded three points and contributed to its natural regulation at relatively low pest abundance.

UDC 632.937:614

THE ROLE OF BIOPESTICIDES IN STRENGTHENING THE «ONE HEALTH» CONCEPT

L. Volosciuc, Dr. habil., Prof.

leonid.volosciuc@usm.md,
l.volosciuc@gmail.com

Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection USM, Republic of Moldova

Starting from the aggravation of global ecological problems and the increasing impact of phytosanitary agents, the implementation of the «One Health» concept represents a recognition of the obvious interconnection and interaction between human, animal, plant, soil and ecosystem health. In parallel with solving health problems of biological entities of all components, the concept is also aimed at overcoming disciplinary particularities by initiating, promoting and expanding interdisciplinary and multisectoral collaboration activities, which strengthens the capacities to solve health problems. Solving phytosanitary problems can be achieved through the development and application of biopesticides.

The increasing impact of climate change, the expansion of phytosanitary problems and the frequency of challenges caused by the development of pesticide resistance are causing the reduction of biodiversity. Solving the impact of these factors can be achieved by applying biological plant protection, which represents an important direction for preserving plant health, thus supporting the state of the entities united in the «One Health» concept [1].

In solving various phytosanitary and ecological problems, we have found that sustainable development within the framework of the «One Health» concept, systematically approaching individual and multisectoral activities, records considerable results. In addition to the positive results in the field addressed, positive effects have also been achieved in interdisciplinary collaborations, such as: preserving and activating useful entities by expanding their biological diversity, reducing antimicrobial resistance to the application of biological preparations, improving the state of the pedological space and reducing soil fatigue by including biological agents in the composition of biopesticides, which, by increasing the ecological indicators of agricultural ecosystems, improve the sustainability of agriculture. It is worth noting that environmental sciences (ecology, biogeography, environmental protection, ecological economics) contribute considerably to determining the indicators of the state of natural and anthropogenic ecosystems, which is manifested by supporting the use of biopesticides [2].

The accumulation of synergistic effects between biological plant protection and the «One Health» concept is based on a high degree of integration of environmental

considerations. This is manifested by the alternation of pesticides and, in particular, the use of environmentally friendly means, especially biological preparations, based on representatives of various systematic groups (viruses, bacteria, actinobacteria, fungi, nematodes), which in our activities have demonstrated considerable capabilities for regulating the state of ecosystems. This demonstrates the potential for interconnection of entities within the «One Health» concept [3].

In the course of activities to solve phytosanitary and ecological problems, the capabilities of controlling the density of populations of harmful organisms, using the control mechanisms manifested by biopesticides, as well as their regenerative capabilities by supporting biodiversity, reducing exposure to toxic substances and increasing resilience to climate change, have been demonstrated. The application of biopesticides within the framework of integrated plant protection and activities in agroecological systems strengthens the potential for restoring ecological balance [4].

The practice of developing and applying environmentally friendly means of preserving plant health (15 technologies for the production and application of entomophages in the fight against harmful arthropods, 18 pheromones for monitoring, mass capture, disorientation and sterilization of harmful insects, 16 biological preparations for combating harmful organisms that cannot be combated by other biological means of control) has demonstrated not only their biological effectiveness, but also the level of costs, which in most cases do not exceed the costs incurred when applying pesticides. Thus, the application of biopesticides increases not only biological and ecological effectiveness, but also manifests itself as an effective mechanism for generating significant cost savings and increasing the profitability of agricultural activities [3].

As a conclusion we mention that biopesticides strengthen the «One Health» concept by replacing toxic chemical pesticides with biological alternatives that simultaneously protect human health, animal welfare, plant health, soil and ecosystem stability.

References

1. Volosciuc L. Ecological agriculture: theoretical aspects and practical values. Chisinau. MEC, Central Polygraphy Combine. 2021. 288 pp. ISBN 978-9975-62-451-0. [In Romanian].

2. Cai P., Dimipoulos G. Microbial biopesticides: A one health perspective on benefits and risks. *One Health*. 2025. 20. 100962. 9 p.

3. Volosciuc L. Plant health progress for boosting food security. *Phytosanitary safety*. 2023. Is. 69. P. 374–386. https://doi.org/10.36495/PHSS.2023.69.374-386.

4. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2025 / Willer H., Trávníček J., Schlatter B. (Eds). BIOFACH Congress. Nuremberg, 2025. 354 p.

РОЛЬ БІОПЕСТИЦИДІВ У ЗМІЦНЕННІ КОНЦЕПЦІЇ «ЄДИНЕ ЗДОРОВ'Я»

Волощук Л., габілітований доктор, професор

leonid.volosciuc@usm.md,
l.volosciuc@gmail.com

Інститут генетики, фізіології та захисту рослин Державного університету, Республіка Молдова

Виходячи з загострення глобальних екологічних проблем та зростаючого впливу фітосанітарних агентів, впровадження концепції «Єдине здоров'я» є визнанням очевидного взаємозв'язку та взаємодії між здоров'ям людини, тварин, рослин, ґрунту та екосистеми. Паралельно з вирішенням проблем здоров'я біологічних утворень усіх компонентів, концепція також спрямована на подолання дисциплінарних особливостей шляхом ініціювання, сприяння та розширення міждисциплінарної та багатосекторальної співпраці, що зміцнює можливості вирішення проблем здоров'я. Вирішення фітосанітарних проблем може бути досягнуто шляхом розробки та застосування біопестицидів.

УДК 579.64

ЗДАТНІСТЬ ЕНДОФІТНОГО ГРИБА *PHOMA BETAE* 2015 ПРОДУКУВАТИ ФІТОГОРМОНАЛЬНІ РЕЧОВИНИ ЦИТОКІНІНОВОЇ ПРИРОДИ

Донченко О. О.

fvoreks@gmail.com

Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, Україна

Досліджено здатність ендофітного гриба Phoma betae 2015 продукувати біологічно активні речовини цитокінінової дії. Фітогормональну активність культуральної рідини гриба визначали за допомогою біологічного тесту на ізольованих сім'ядолях огірка Джерело. Встановлено прояв цитокінінової активності метаболітів P. betae 2015, яка залежала від розведення культуральної рідини гриба.

Ендофіти – це група мікроорганізмів, які протягом значної частини життєвого циклу рослини колонізують її живі тканини, не завдаючи шкоди рослині-господарю. Вони здатні продукувати фітогормональні речовини різної природи, що сприяє підвищенню біомаси та інших ростових параметрів рослин [1].

Серед відомих класів фітогормонів важливе місце у регуляції росту та встановленні симбіотичних взаємодій посідають цитокініни – похідні аденіну, основна дія яких пов'язана з регуляцією поділу та диференціації клітин [2].

Метою роботи було дослідити здатність ендофітного гриба *P. betae* 2015 продукувати фітогормональні речовини цитокінінової природи.

У досліді використовували культуральну рідину гриба *P. betae* 2015. Гриб культивували на поживному середовищі Роулена – Тома за pH = 6,4 упродовж 14 діб. Після завершення культивування культуральну рідину відділяли від біомаси гриба методом фільтрації через беззольні паперові й мембранні фільтри.

Для оцінювання цитокінінової активності метаболітів досліджуваного гриба використовували класичний біотест на ізольованих сім'ядолях огірка сорту Джерело. Для проведення біотесту сім'ядолі відокремлювали від паростків і, добираючи вирівняні за масою проби в кожній повторюваності, розкладали у пластикові чашки Петрі діаметром 35 мм з аліквотами водних розчинів об'ємом 2 мл, по 10 сім'ядолей у кожну чашку [3]. Досліджували вплив таких розведень культуральної рідини гриба: 1:500, 1:1000, 1:2500 та 1:5000 на масу сім'ядоль огірка порівняно з контрольним варіантом

(дистильована вода). Як позитивний контроль використовували розчин 6-бензиламінопурину 10^{-5} моль/л.

Отримані результати показали, що за розведення культуральної рідини 1:500 приріст маси сім'ядоль огірка становив 65 мг (+47,7 %) порівняно з 44 мг у контрольному варіанті, де використовували дистильовану воду. Використання 6-бензиламінопурину 10^{-5} моль забезпечило приріст маси сім'ядоль на 93 мг (+111,4 %) порівняно з контролем. Отже, специфічне біотестування засвідчило наявність цитокінінової активності у культуральній рідині гриба.

Наступним етапом роботи було дослідити вплив культуральної рідини *P. betae* 2015 у розведенні 1:500 на рослини сої за умов вегетаційного досліду. Ґрунт характеризувався вмістом гумусу 1,2 % (за Тюріним), рухомого азоту – 5,0–6,0 мг/100 г ґрунту (за Тюріним і Кононовою), рухомого фосфору – 11–12 мг/100 г ґрунту (за Чиріковим), обмінного калію – 12–13 мг/100 г ґрунту (за Кірсановим), pH становив 6,0.

Вегетаційний дослід закладали за схемою:

- контроль (обробка насіння водогінною водою);
- обробка насіння культуральною рідиною *P. betae* 2015 на середовищі Р-Т у розведенні 1:500.

Повторність досліду п'ятиразова.

Аналіз рослин здійснювали за загальноприйнятими методиками під час фази цвітіння [4]. Азотфіксувальну активність визначали ацетиленовим методом, що ґрунтується на відновленні ацетилену до етилену [5]. Вміст етилену у зразках визначали методом газової хроматографії на газовому хроматографі ChroZen GC. Використовували колонку завдовжки 10 футів, внутрішнім діаметром 2,1 мм, із наповнювачем Porapak N (80–100 mesh**,** Supelco, США). Витрати газів становили: гелію – 50 мл/хв; повітря в детектор – 300 мл/хв; H_2 у детектор – 40 мл/хв. Температура інжектора становила 200 °С, термостата – 120 °С, детектора – 250 °С.

За обробки насіння культуральною рідиною *P. betae* 2015 у розведенні 1:500 кількість бульбочок становила 58 од на одну рослину, що на 1,8 % перевищувало показник контролю, який становив 57 од. на одну рослину. Водночас нітрогеназна активність бульбочок становила 1419 нмоль етилену/(рослину·год), що на 237,1 % перевищувало контрольне значення 421 нмоль етилену/(рослину·год).

Таким чином, результати проведеного біотестування свідчать про здатність ендофітного гриба *P. betae* 2015 продукувати речовини з цитокініновою активністю. Використання культуральної рідини гриба в розведенні 1:500 позитивно вплинуло на кількість бульбочок та нітрогіназну активність сої, що свідчить про перспективність подальшого дослідження ендофітного гриба *P. betae* 2015.

Перелік посилань

1. Шаховніна О. О., Надкернична О. В., Горбаток А. В. Вплив грибів роду Penicillium, ізольованих з коренів сої, на симбіотичну систему «Glycine max – Bradyrhizobium Japonicum» та продуктивність культури. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2023. Вип. 38. С. 16–28. https://doi.org/10.35868/1997-3004.38.

2. Веденичева Н. П., Косаковська І. В. Цітокініни грибів. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Біологія*. 2020. № 2 (50). С. 54–69. https://repo.btu.kharkiv.ua/server/api/core/bitstreams/14d5a803-6a3b-4562-b270-bc28a7b93f29/content.

3. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Токмакова Л. М., Мельничук Т. М., Чайковська Л. О. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія / за наук. ред. В. В. Волкогона. Київ: Аграрна наука, 2010. 463 с.

4. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ: Нічлава, 2003. 316 с.

5. Hardy R. W. F., Burns R. C., Holsten R. D. Application of the acetylene ethylene assay for measurement of nitrogen fixation. *Soil Biol. Biochem*. 1973. 5(1). P. 41–83.

ABILITY OF THE ENDOPHYTIC FUNGUS *PHOMA BETAE* 2015 TO PRODUCE PHYTOHORMONAL SUBSTANCES OF CYTOKININ NATURE

O. Donchenko

fvoreks@gmail.com

Institute of Agricultural Microbiology and Agro-Industrial Production of NAAS, Ukraine

The ability of the endophytic fungus Phoma betae 2015 to produce biologically active substances with cytokinin activity was studied. The phytohormonal activity of the fungal culture liquid was determined using a bioassay on isolated cotyledons of the cucumber cultivar Dzherelo. Cytokinin activity of the metabolites of P. betae 2015 was established, and its manifestation depended on the dilution of the fungal culture liquid.

УДК 606:544.7:577:579.6

НАНОЧАСТИНКИ МЕТАЛІВ ЯК ЕФЕКТИВНІ АГРОХІМІЧНІ ЗАСОБИ ЗАХИСТУ РОСЛИН

Дибкова С. М., доктор біологічних наук, старший науковий співробітник;
Гончарук О. В., доктор хімічних наук, старший науковий співробітник;
Грузіна Т. Г., кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник;
Рєзніченко Л. С., кандидат біологічних наук;
Подольська В .І., кандидат хімічних наук, старший науковий співробітник;
Якубенко Л. М., кандидат хімічних наук, старший науковий співробітник;
Войтенко О. Ю., кандидат хімічних наук;
Грищенко Н. І.;
Ульберг З. Р., доктор хімічних наук, професор

sdybkova@gmail.com

Інститут біоколоїдної хімії ім. Ф. Д. Овчаренка НАН, Україна

За допомогою методів «зеленого» синтезу синтезовано серію наночастинок срібла. Досліджені наночастинки у концентраційному діапазоні 1,5–30,0 мкг/мл за металом ефективно пригнічують ріст фітопатогенних бактерій. Показано, що синтезовані наночастинки срібла стимулюють проростання насіння сільськогосподарських культур. Отримані наночастинки металів є перспективними для впровадження в аграрну практику.

Застосування наночастинок металів у сільському господарстві є одним із найперспективніших напрямів сучасного агроінженерного та біотехнологічного розвитку [1]. Традиційна система захисту рослин стикається із суттєвими обмеженнями, тому впровадження нанотехнологій стає об'єктивною необхідністю для забезпечення сталого агровиробництва. Дослідження в цьому напрямі є базою для розробки агропрепаратів нового покоління (антисептичних засобів, нанофунгіцидів, нанопестицидів, наностимуляторів), які дозволять підвищити врожайність і якість продукції в умовах глобальних кліматичних змін без шкоди для довкілля [2].

Наночастинки металів можуть виступати ефективними засобами захисту рослин від фітопатогенів (особливо проти резистентних штамів бактерій *Fusarium*, *Pseudomonas*, *Xanthomonas*). Велика площа поверхні антисептика на основі наночастинок металів обумовлює низку унікальних фізіологічних властивостей таких наноматеріалів і дає змогу зменшити токсичні навантаження металів на ґрунт порівняно з традиційними солями металів. Водночас передпосівна обробка насіння в низьких концентраціях наночастинками металів може стимулювати проростання насінин, підвищувати активність антиоксидантних ферментів (супероксиддисмутази, каталази тощо)

та формувати первинний імунітет до стресових чинників (посуха, засолення). Відомо, що наночастинки металів здатні проникати крізь насіннєву оболонку, активувати ферменти гідролази та посилювати поглинання води [3]. Це забезпечує більш дружні сходи та підвищує енергію проростання.

Метою роботи було дослідження потенціалу наночастинок срібла, синтезованих «зеленими» методами як антимікробних та ріст-стимулювальних агентів сільськогосподарських рослин.

Наночастинки срібла синтезували методами «зеленого» синтезу з використанням рослинної сировини (екстракти алое, евкаліпту), таніну та бактерій роду *Bacillus.*

Виявлено ефективну антимікробну дію усіх синтезованих «зеленими» методами наночастинок срібла проти широкого спектра бактерій, включаючи як санітарно-індикаторні види (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*), так і фітопатогенні штами *Pseudomonas syringae* у концентраційному діапазоні 1,5–30,0 мкг/мл за металом.

Виявлено чітку залежність між антимікробною ефективністю, розміром частинок та ζ-потенціалом: менші наночастинки з вищим негативним зарядом виявляли сильнішу антибактеріальну активність завдяки кращій колоїдній стабільності, мінімальній агрегації та посиленій взаємодії з бактеріальними мембранами. І навпаки, зразки з більшими частинками або низьким ζ-потенціалом демонстрували знижену активність, ймовірно, через обмежену дисперсію та повільніше вивільнення іонів.

Досліджені наночастинки срібла здатні ефективно пригнічувати фітопатогенні бактерії без негативного впливу на корисну мікробіоту ґрунту. Було показано стимуляцію проростання насіння *Zea mays* у контамінованому фітопатогенами ґрунті, що засвідчує їхній потенціал для використання у сталому сільському господарстві.

При тестуванні впливу синтезованих наночастинок на проростання насіння сої, соняшника, пшениці та кукурудзи показано, що обробка насіння синтезованими наночастинками пришвидшувала проростання насінин. Появу проростків спостерігали за два дні раніше, ніж в контролі (необроблені насінини). В умовах зараження насінин фітопатогенними бактеріями *P. syringae* з наступною обробкою наночастинками срібла було зафіксовано стимуляцію проростання насінин та відсутність прояву фітопатогенної дії на проростки. Необроблені наночастинками заражені насінини рослин розвивалися повільніше, мали місце дефекти розвитку проростків.

Таким чином, встановлено, що методи синтезу наночастинок срібла і склад відновлювальних і стабілізувальних агентів є вирішальними чинниками, що зумовлюють їхню антимікробну ефективність, біосумісність та поведінку в навколишньому середовищі. Представлені дослідження висвітлюють значний потенціал біогенних наночастинок срібла як екологічно безпечного засобу боротьби з патогенами в агроекосистемах. Завдяки подвійній дії –

антимікробній та ріст-стимулювальній – наночастинки срібла є перспективними для впровадження у аграрну практику.

Перелік послань

1. Kaningini A. G., Nelwamondo A. M., Azizi S., Maaza M., Mohale K. C. Metal Nanoparticles in Agriculture: A Review of Possible Use. *Coatings.* 2022. 12: 1586. https://doi.org/10.3390/coatings12101586.

2. Anuta V., Blidaru A., Dinu-Pîrvu C. E., Fierascu R. C., Fierascu I., Toma Sărdărescu D. I., Popa L., Ghica M. V., Prisada R. M. Metal-Based Nanoparticles with Biostimulatory Effects: Harnessing Nanotechnology for Enhanced Agricultural Sustainability. *Materials (Basel)*. 2025.18(13):3142. https:// doi: 10.3390/ma18133142.

3. Mahakham W., Sarmah A. K., Maensiri S., Theerakulpisut P. Nanopriming technology for enhancing germination and starch metabolism of aged rice seeds using phytosynthesized silver nanoparticles. *Sci Rep*. 2017. 7(1):8263. https://doi: 10.1038/s41598-017-08669-5.

METAL NANOPARTICLES AS EFFECTIVE AGROCHEMICAL MEANS OF PLANT PROTECTION

S. Dybkova, D.Sc., Sr. Research Scientist;
O. Goncharuk, D.Sc., Sr. Research Scientist;
T. Gruzina, PhD, Sr. Research Scientist;
L. Rieznichenko, PhD;
V. Podolska, PhD, Sr. Research Scientist;
L. Yakubenko, PhD, Sr. Research Scientist;
O. Voitenko, PhD;
N. Gryshchenko;
Z. Ulberg, D.Sc., Prof.

sdybkova@gmail.com

F. D. Ovcharenko Institute of Biocolloidal Chemistry of NAS, Ukraine

Silver nanoparticles were synthesized using «green» synthesis methods. The studied nanoparticles at a concentration of 1.5–30.0 μg/ml by metal effectively inhibit the growth of phytopathogenic bacteria. A stimulating effect of the synthesized silver nanoparticles on the germination of agricultural crop seeds was demonstrated. The obtained metal nanoparticles are promising for implementation in agricultural practice.

УДК 633.15:631.811.98:631.674.6

ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОПРЕПАРАТІВ У ВИРОЩУВАННІ ОРГАНІЧНОЇ КУКУРУДЗИ ЗА КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

Гож О. А., кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник;
Лавриненко Ю. О., доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН України;
Марченко Т. Ю., доктор сільськогосподарських наук, професор

agronom.organic@ukr.net

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, Україна

У матеріалах висвітлені ефективні технологічні рішення у вирощуванні високого врожаю зерна гібридів кукурудзи за краплинного зрошення в сівозміні органічного виробництва.

В Україні виробники розпочали усвідомлено займатись органічним виробництвом наприкінці 1990-х років. Активно розвиваючи внутрішній ринок, наша держава все більше заявляє про себе й на міжнародному ринку органічної продукції, входячи за площами сільськогосподарських угідь, задіяних під її вирощування, до світових лідерів [1].

На сьогодні Україна залишається в топ-5 найбільших експортерів органічної продукції до ЄС. Площі органічних посівів в Україні у 2017 р. були на рівні 289 тис. га, займаючи частку 0,7 % від загальної площі сільськогосподарського призначення. У 2021 р. площа зросла до 422 тис. га, а в 2023 р. становила 471 тис. га, що складало 1,1 %. При цьому загальна кількість операторів станом на 2023 р. становила 383, тоді як у 2017 їх було 504.

Органічне землеробство як альтернатива сучасним системам виробництва сільськогосподарської продукції розвивається досить давно. Перспективи в України як великої аграрної держави просто неймовірні, і органічне землеробство має унікальний потенціал, а світові тренди розвитку сільського господарства підтверджують, що майбутнє саме за біотехнологіями [2].

Зміни клімату, що супроводжуються зростанням періодичних посух в основних зонах вирощування кукурудзи, сприяють сильним коливанням середньої врожайності культури. Однак для умов Степу існує досить дієвий штучний спосіб вологозабезпечення сільськогосподарських культур – впровадження зрошення [1, 2].

Для підвищення рівня реалізації біологічного потенціалу культури важливе значення має впровадження у виробництво сучасних ефективних конкурентоспроможних технологій вирощування, які повинні базуватися на

доборі адаптованих до умов півдня України високопродуктивних гібридів, застосування органічних препаратів і мікродобрив.

За даними наукових досліджень та практичного досвіду, найбільш ефективним у цих умовах є застосування зрошувальної меліорації. Приріст урожайності від оптимізації водного режиму є найбільшим за посушливого клімату порівняно із незрошуваними умовами, причому максимальна прибавка досягається саме завдяки краплинному зрошенню, що додатково дозволяє оптимізувати витрату дорогоцінної поливної води.

Різноманіття корисних мікроорганізмів у ґрунті сприяє кращому розвитку кореневої системи рослин, забезпечуючи рослину необхідними мікро- та макроелементами, створюючи захисний екран від збудників хвороб та допомагаючи рослинам краще переносити впливи стресових чинників, які переважно зумовлені кліматичними факторами [3, 4].

Польові дослідження проведено протягом 2023–2025 рр. в умовах краплинного вологозабезпечення в органічному господарстві в Південному Степу.

Метою досліджень було обґрунтування елементів технології вирощування для отримання високого врожаю органічного зерна різних гібридів кукурудзи в умовах оптимального вологозабезпечення за застосування біопрепаратів.

В трифакторному досліді вивчали такі фактори та їхні варіанти:

- внесення меліоранту (фактор А): без меліоранту; Авелайф браун;
- застосування органічних препаратів (фактор В): без внесення (контроль); Граундфікс в ґрунт (7 л/га) + фоліарно: Хелпрост, Фітохелп, Актоверм формула; Граундфікс у ґрунт (10 л/га) + фоліарно: Хелпрост, Мікохелп, Лепідоцид;
- гібриди кукурудзи (фактор А): середньоранні – Р8904AQ, Лід3306Ц, середньостиглі – Р9889AQ, Ініці; середньопізні – Р0217AQ, Р9911AQ.

За період досліджень 2023–2025 рр. в умовах краплинного зрошення внесення меліоранту «Авелайф браун» покращувало фізико-механічні властивості ґрунту та позитивно впливало на врожайність зерна всіх досліджуваних варіантів вирощування органічної кукурудзи. При цьому у середньому приріст урожайності становив 7,8–9,65 %.

Застосування мікробіологічних препаратів на посівах органічної кукурудзи позитивно вплинуло на ріст та розвиток рослин і, як наслідок, на формування врожаю. Виявлено тенденцію до збільшення площі листкової поверхні рослин на всіх ділянках застосування схем біоживлення та біозахисту, що надалі позитивно вплинуло на врожайність. Так, незалежно від ФАО, варіанти внесення біопрепаратів збільшували врожайність зерна гібридів кукурудзи на 1,65–2,98 т/га з приростом 10,58–22,70 %. Це пояснюється тим, що завдяки підвищенню мікробіологічної діяльності у ґрунті внаслідок застосування ґрунтового біодобрива рослини були частково або повністю забезпечені необхідними макроелементами та ріст-стимулювальними речовинами.

Урожайність зерна кукурудзи в органічній сівозміні за умов краплинного зрошення без застосування біопродуктів для всіх гібридів коливалася в межах 10,1–11,44 т/га за вологості 14,0 %. Найбільшу врожайність (14,42 т/га) за 2023–2025 рр. досліджень на фоні внесення меліоранту в умовах зрошення сформував середньопізній гібрид Р0217AQ. Цей показник було досягнуто за внесення у ґрунт біодобрива Граундфікс у нормі 10 л/га, позакореневого підживлення препаратом Хелпрост та захисту сумішшю Фітохелп + Актоверм Формула, що на 2,98 т/га більше порівняно з контролем. Аналогічну закономірність виявлено й для інших високопродуктивних гібридів. Слід зазначити, що найвідчутнішу реакцію на застосування біодобрива за умов краплинного зрошення виявлено в середньопізнього гібриду Р0217AQ.

Характеризуючи гібриди середньостиглої групи, слід зазначити, що Ініці мав вищу продуктивність: його врожайність зерна без застосування біопрепаратів становила 11,10 т/га. Водночас він істотно реагував на схеми внесення біопрепаратів із приростом 12,48–22,70 %. Так, за передпосівного внесення у ґрунт біодобрива Граундфікс у нормі 10 л/га та позакореневого застосування суміші Хелпрост + Фітохелп + Актоверм Формула він сформував у середньому 13,62 т/га, що на 2,52 т/га більше порівняно з варіантом без внесення.

Аналізуючи гібриди середньоранньої групи, слід зазначити, що Лід3306Ц виявився більш продуктивним: його врожайність зерна без застосування біопрепаратів становила 10,10 т/га, а реакція на схеми внесення біопрепаратів забезпечила приріст на 10,58–21,78 %. Так, за передпосівного внесення у ґрунт біодобрива Граундфікс у нормі 10 л/га на фоні застосування суміші Хелпрост + Фітохелп + Актоверм Формула він сформував у середньому 12,30 т/га, що на 2,20 т/га більше за контроль. Гібрид Р8904AQ на оброблених ділянках підвищив продуктивність на 9,85–18,89 %, проте за цієї схеми обробки показав дещо менший приріст порівняно з попереднім гібридом, додатково сформувавши 1,95 т/га зерна.

В умовах зростання посушливості клімату, дефіциту водних ресурсів і високої вартості поливної води доцільно вирощувати пластичні гібриди кукурудзи за краплинного зрошення на темно-каштановому ґрунті Південного Степу з використанням сучасних біопрепаратів для отримання урожайності зерна кукурудзи на рівні 12–15 т/га. Найбільш ефективно на фоні внесення меліоранту застосовувати для передпосівного внесення ґрунтове біодобриво Граундфікс у дозі 10 л/га, а також використовувати препарати Хелпрост із біозахистом Фітохелп + Актоверм Формула за вирощування гібридів інтенсивного типу: Лід3306Ц, Ініці та Р0217AQ.

Перелік посилань

1. Заєць С. О., Коваленко О. А., Василенко Р. М., Онуфран. Л. І., Нетіс В. І., Дробітько А. В., Фундират К. С., Кисіль Л. Б. Ресурсозберігаючі екологічно безпечні технології вирощування озимих зернових культур, сої і кукурудзи на зрошуваних землях півдня України. *Наукові основи адаптації*

систем землеробства до змін клімату в Південному Степу України: монографія / за наук. ред. чл.-кор. НААН Р. А. Вожегової. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. С. 500–574.

2. Вожегова Р. А., Заєць С. О. Формування адаптивних технологій вирощування зернових культур і сої на зрошуваних землях Південного Степу України: монографія. Київ: Аграрна наука, 2022. 200 с.

3. Лавриненко Ю. О., Гож О. А. Ріст і розвиток рослин гібридів кукурудзи ФАО 180-430 за впливу регуляторів росту і мікродобрив в умовах зрошення на півдні України. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. 65. С. 64–68. https://nbuv.gov.ua/UJRN/Zz_2016_65_40.

4. Шувар Б. І. Перспективи розвитку органічного сільського господарства. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Ґжицького. 2014. Т.16, № 2(5). С. 173–178.

EFFICACY OF BIOLOGICAL PREPARATIONS IN ORGANIC CORN CULTIVATION UNDER DRIP IRRIGATION

O. Hozh, PhD, Sr. Research Scientist;
Y. Lavrynenko, D.Sc., Prof., Academician;
T. Marchenko, D.Sc., Prof.

agronom.organic@ukr.net

Institute of Climate-Smart Agriculture of NAAS, Ukraine

The materials highlight effective technological solutions for achieving high grain yields from maize hybrids under drip irrigation within an organic crop rotation system.

УДК 632.937

ТЕОРЕТИЧНО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНОГО МЕТОДУ ЗАХИСТУ РОСЛИН

Гулич О. І., кандидат економічних наук, старший науковий співробітник;
Булгакова О. В., кандидат історичних наук, доцент

hulych@ukr.net

[1]***Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН, Україна;***
[2]***Національний університет біоресурсів і природокористування, Україна***

Узагальнено основні методологічні підходи та математичні моделі визначення економічної, екологічної і соціальної ефективності біологічного методу захисту рослин. Запропоновано структурну схему комплексної інтегральної оцінки ефективності біологічного методу захисту рослин.

Провідною парадигмою розвитку суспільства в останні десятиліття залишається його сталість, при цьому в методологічній основі закладається дотримання балансу між економічним розвитком, екологічною рівновагою і соціальною стабільністю. Методологія визначення і підтримки цього триєдиного балансу представлена практично у всіх або в переважній більшості сфер життєдіяльності, і насамперед у виробничій. В аграрному виробництві, де основним виробничим ресурсом є земля – природний ресурс із високими вимогами до екологічної стійкості, – дотримання балансу між високою економічною ефективністю, прийнятною екологічною стійкістю та соціальними стандартами розвитку сільських територій і сільських громад є необхідним і націленим на перспективу.

У цьому контексті надзвичайно актуальними є намагання наукової спільноти напрацювати методологічну основу та методичний інструментарій практичного характеру для оцінювання біологічної, екологічної, економічної та соціальної ефективності біологічного методу захисту рослин та його комплексного інтегрованого значення.

У міжнародній практиці оцінювання розділяють за трьома основними напрямами: економічним (CBA, ROI), екотоксикологічним (EIQ, LCA) та соціальним (Social Cost-Benefit) (рис. 1).

У зарубіжних дослідженнях ***економічні ефекти*** біозахисту оцінюють через призму інвестиційної привабливості та довгострокових фінансових вигод (наприклад, уникнення резистентності шкідників до хімії). Основними інструментами визначення економічних ефектів є: аналіз «витрати – вигоди» (Cost-Benefit Analysis – CBA), повернення інвестицій (ROI) та аналіз мінімізації

витрат (Cost-Effectiveness). Застосування професійних економічних моделей суттєво підвищує точність розрахунків [1].

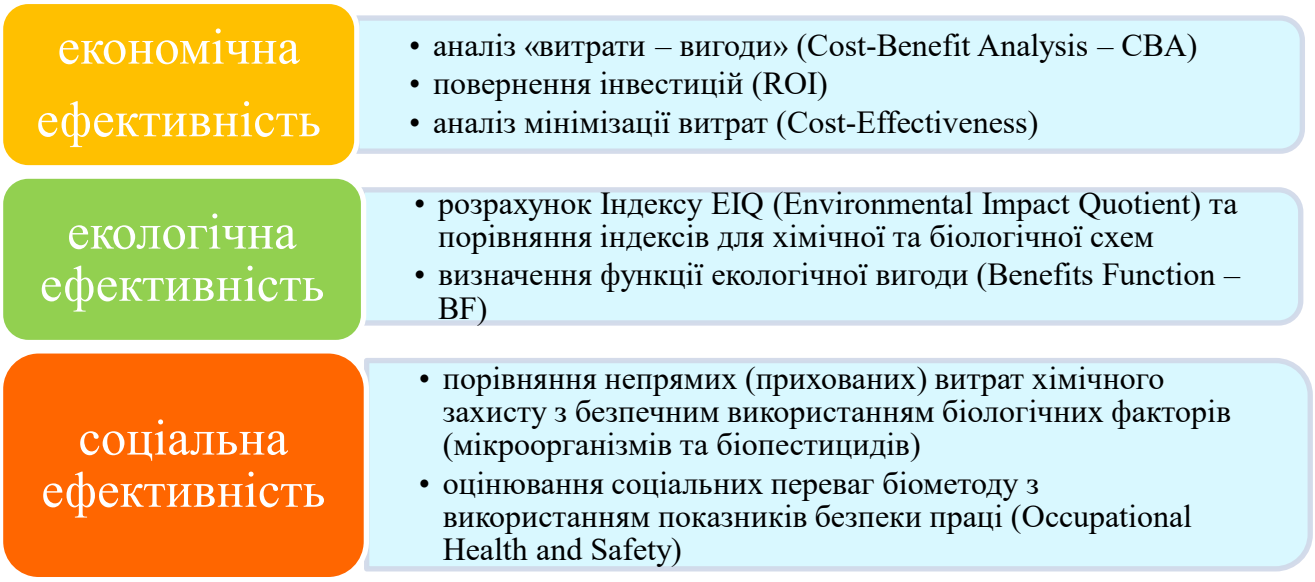


Рисунок 1 – Інструменти та математичні моделі визначення ефективності біологічного методу захисту рослин

Вартою уваги є модель виробничої функції (Production Function Model) для оцінки фінансової вартості природного контролю шкідників ентомофагами. Модель чітко розраховує, яку частку втрат урожаю вдалося попередити завдяки біологічним агентам, пов'язуючи екологічні дані з класичною економічною теорією [2].

Використання моделі дисконтування при ретроспективному аналізі економії витрат при переході з хімічного захисту на біологічний розраховується коефіцієнт окупності (Benefit-to-Cost Ratio – BCR).

За кордоном ***екологічний ефект*** вимірюють за допомогою стандартизованих математичних індексів, що оцінюють ризики для довкілля.

Найпопулярнішою у світі математичною моделлю для порівняння систем захисту рослин є розрахунок Індексу EIQ (Environmental Impact Quotient). В її основі – розрахунок екологічного ефекту за формулою, яка інтегрує три блоки:

– ризик для фермера (токсичність при хронічному та гострому контакті);

– ризик для споживача (залишки в їжі та підземних водах);

– ризик для екосистеми (токсичність для бджіл, птахів, риб, корисних комах).

Розрахунок екологічної ефективності зводиться до порівняння сумарного індексу EIQ хімічної та біологічної схем [3].

Іншим напрямком вимірювання екологічного ефекту є визначення функції екологічної вигоди (Benefits Function – BF). Ця модель оцінює вплив біоагента на цільовий об'єкт (інвазивного шкідника) у співвідношенні із приростом біорізноманіття місцевої корисної фауни та флори.

В основу визначення ***соціальних ефектів*** біозахисту покладено підходи щодо дотримання положень сталого розвитку, зокрема збереження здоров'я людей і довкілля.

Одним із методів є зіставлення непрямих (прихованих) витрат хімічного захисту, таких як витрати держави на лікування отруєнь та хронічних захворювань аграріїв, із показниками безпечного використання біологічних факторів (мікроорганізмів та біопестицидів) [4].

За іншою методикою здійснюється оцінювання соціальних переваг біометоду з використанням показників безпеки праці (Occupational Health and Safety) працівників фермерських господарств та зниження рівня алергізації населення через споживання екологічно чистої продукції без хімічних залишків.

При застосуванні біологічного методу захисту рослин присутні ефекти у всіх трьох площинах: економічній, екологічній і соціальній. Зазвичай вони визначаються відособлено або у парному поєднанні (приміром, як еколого-соціальні чи еколого-економічні). Застосування таких підходів призводить до недооцінки сумарного ефекту застосування біометоду, що може створювати видимість його низької ефективності.

Перехід від оцінювання окремих аспектів ефективності біометоду до оцінювання його ефективності як комплексної структури дасть змогу повніше й цілісніше врахувати переваги біологічного захисту над хімічним (рис. 2).



Рисунок 2 – Інтегральна оцінка ефективності біологічного методу захисту рослин

Пошук моделі, яка б адекватно відображала і оцінювала сумарну ефективність біологічного захисту рослин, є важливим методологічним і методичним завданням. Його вирішення дасть змогу перейти від оцінювання окремих аспектів ефективності біометоду до оцінювання його ефективності як комплексної структури, котра містить економічну, екологічну і соціальну складові.

Перелік посилань

1. Lee K., McDermott S., Fernandez L. Using economics to inform and evaluate biological control programs: opportunities, challenges, and recommendations for future research. *BioControl* 69. 2024. P. 237–252. https://doi.org/10.1007/s10526-024-10244-7.

2. King P., Robinson T., Howard C., Breeze T. D., Dallimer M. Economic valuation of pest regulation benefits provided by arthropods in the UK. *Ecosystem Services*. December 2025. Vol. 76. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212041625000804.

3. Aoujil F., Litskas V., Yahyaoui H., El Allaoui N., Benbouazz, A., Aziz A., Hafidi M., Habbadi K. Sustainability Indicators for the Environmental Impact Assessment of Plant Protection Products Use in Moroccan Vineyards. *Horticulturae.* 2024. 10. 473. https://doi.org/10.3390/horticulturae10050473.

4. Xie J., Xiao L., Zhao J., Wan S., Tang J., Ji X., Peng J. Social cost analysis of biological control technology for crop diseases and insect pests. *Asian Agricultural Research.* 2024. 16(8): 14–16. ttps://ageconsearch.umn.edu/record/349115/files/Social Cost Analysis of Biological Control Technology for Crop Diseases and Insect Pests.PDF.

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL PRINCIPLES FOR EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF THE BIOLOGICAL METHOD OF PLANT PROTECTION

O. Hulych[1], PhD, Sr. Research Scientist;
O. Bulgakova[2], PhD, Assoc. Prof.

hulych@ukr.net

[1]***Engineering and Technological Institute «Biotekhnika» of NAAS, Ukraine;***
[2]***National University of Life and Environmental Sciences, Ukraine***

This paper summarises the main methodological approaches and mathematical models for determining the economic, environmental and social effectiveness of biological plant protection methods. A structural framework for a comprehensive, integrated assessment of the effectiveness of biological plant protection methods is proposed.

UDC 632.937

COMPLEX OF BENEFICIAL ARRHOPODS ON AMERICAN ASH (*FRAXINUS PENNSYLVANICA* MARSHALL) IN THE CLIMATIC CONDITIONS OF REPUBLICA MOLDOVA

E. Iordosopol, PhD;
M. Batcu, PhD

iordosopol@yahoo.com

Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection USM, Republic of Moldova

A complex of arthropod regulators of the American ash aphid Prociphilus fraxinifolii under climate change conditions in the Republic of Moldova is reported. The complex consisted of predators of 17 species from 9 families. Anthocoris nemoralis, Syrphus balteatus, Harmonia axyridis and Chrysopa spp. were found to be abundant. In addition to aphids, cicada species from the Flatidae family were present in deformed ash leaves.

Introduction

Climate change in the Republic of Moldova – where, over the past five years, air temperatures have deviated from the long-term average by as little as 2.1 °C and as much as 4.7 °C – has brought with it a wide range of pests that have surreptitiously entered the country. It is a well-known fact that the migration of invasive pest species from one area to another is accompanied by the migration of their natural regulating agents.

The aim of the research was to study the beneficial arthropod complex on American ash and to supplement the living collection of beneficial insects for other studies in the field of ecological farming.

We collected samples during each ten-day period of July, August, and September (the first ten-day period). The collection point was located at coordinates 46.963921, 28.889415. This year's climatic conditions differed from the annual average. The maximum temperature in the third ten-day period of July and August reached 39 °C. Humidity varied from 40 to 60 %, as the trees being surveyed were located close to tall birch trees. The trees were ornamental American ash trees no more than 2.5 meters tall. The root canopy was covered with Greenland artificial grass.

Aphid-infested shoots were covered with filter paper to prevent them from sticking together due to the large volume of aphid excreta. The collected biomaterial was stored in a refrigerator, and for analysis, the collected individuals were placed in one-liter plastic food-grade casserole containers (JETB11-M). The food consisted of cereal aphids (*Schizaphis graminum*) and bean weevil eggs (*Acanthoscelides obtectus*). Every five days, the collected populations were transferred to other

alcohol-treated containers to prevent infection. Feeding took place every two days by placing wheat plants infested with aphids, and in the case of feeding with bean weevil eggs, the eggs were placed in small plastic plugs. The identification of species was carried out with the help of the identification guide and methodical instruction [1].

The American ash moth *Prociphilus fraxinifolii* emits a large amount of dust, part of which hardens and falls off in case of wind, and part of it remains inside the curled leaves, which complicates the process of collecting individuals. Thus, during the first gatherings in the middle of the third decade of July, only single individuals of adult coccinelids and a sufficient number of their puparia located on other leaves near the damaged ones were collected. The second study was conducted in the middle of the first decade in the month of August, where the number of individuals increased and due to the presence of gold-eyed larvae, anthocoris carp and syrphid flies.

The following two accounts (in the middle of the second and third decades of August), the amount of collected biomaterial averaged 11 larvae of syrphids, chrysops, bugs and spiders. При третьем учете, the middle of the third decade of the same month, when raising the conglomerates, they found the puparia of silver flies, which began to fly out in laboratory conditions already in the first decade of September. In addition, *Scumnus fontalis*, *S. rubromaculatus* were collected in a small clump. At the same time, *Chrysopa formosa*, *C. carnea*, *Syrphus balteatus*, *S. opinator* also flew out. All samples contained the presence of adult cicadas from the Flatidae family.

The biological material collected from 6 surveys of 5 damaged shoots from one survey was sufficient to obtain laboratory mother cultures consisting of 40 chrysop larvae, 70 syrphid larvae, 33 harmonia imagoes and 56 larvae of different ages of the anthocorys bug.

References

1. Iordosopol E., Batco M. Aplicarea culturilor nectarifere, siderale în scopul ameliorării complexului de artropode benefice la prun. (Indicații metodice), Chișinău, 2023. 62 p.

КОМПЛЕКС КОРИСНИХ ЧЛЕНІСТОНОГИХ НА АМЕРИКАНСЬКОМУ ЯСЕНІ (*FRAXINUS PENNSYLVANICA* MARSHALL) У КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ МОЛДОВИ

Іордосопол О., кандидат біологічних наук;
Батку М., кандидат біологічних наук

iordosopol@yahoo.com

Інститут генетики, фізіології та захисту рослин Державного університету, Республіка Молдова

Повідомляється про комплекс членистоногих регуляторів американської ясенової попелиці Prociphilus fraxinifolii в умовах кліматичних змін Республіки Молдова. Комплекс складався з хижаків 17 видів із 9 сімейств. Численними виявилися Anthocoris nemoralis, Syrphus balteatus, Harmonia axyridis і Chrysopa spp. У деформованому листі ясеня окрім попелиці були присутні види цикад із сімейства Flatidae.

UDC 632.937:595.7(477)

FROM INDIVIDUAL NATURAL ENEMIES TO FUNCTIONAL AGROECOSYSTEM NETWORKS: RECENT RESEARCH DIRECTIONS AND PRIORITIES FOR UKRAINE

M. Kaliuzhna, PhD

kaliuzhna.maryna@gmail.com

I. I. Schmalhausen Institute of Zoology of NAS, Ukraine

Analysis of recent research on entomophagous insects revealed a shift from the study of individual natural enemies towards functional trophic and landscape networks. Key priorities for Ukraine include standardized monitoring, taxonomic verification, assessment of pesticide compatibility, habitat diversification, and field-based indicators of pest suppression.

Entomophagous insects are a central biological resource for reducing pest pressure while limiting reliance on broad-spectrum pesticides. Classical programs often concentrate on the host range, fecundity and release rate of a single predator or parasitoid. These traits remain essential, but field control is produced by interactions among plants, pests, primary natural enemies, hyperparasitoids, alternative hosts, competitors, symbionts and farm management. Recent International Entomophagous Insects Conferences (IEIC) therefore reveal how the field is moving from individual agents towards functional agroecosystem networks [1–3].

The purpose of this paper was to identify current directions in research on entomophagous insects and assess their relevance to the biologization of plant protection in Ukraine. A qualitative thematic overview was based on 150 contributions presented at IEIC8 (2025), including 73 oral presentations and 77 posters [4]. The titles and abstracts were examined to identify recurring research questions, taxa, methods, and applications. Editorial introductions and selected research papers from the *Entomologia Experimentalis et Applicata* special issues associated with IEIC6, IEIC7, and IEIC8 were used to complement the conference materials and provide more detailed evidence for the identified themes [1–3, 5].

Across the special issues, continuity is as important as change. IEIC6 emphasized rearing, behavior, life history and ecology; IEIC7 integrated ecology, physiology, genetics, chemical ecology and biological control; and IEIC8 explicitly connected laboratory research with field application [1–3]. Taxonomy, host selection, reproductive biology and mass-rearing biology remain fundamental, but are increasingly embedded in questions about environmental variability, field performance and management. Organism-level knowledge is thus being nested within larger ecological and production systems.

The first prominent direction is the analysis of multitrophic networks. IEIC8 studies addressed host-parasitoid-hyperparasitoid complexes, intraguild predation, ant attendance, defensive symbionts, alternative prey and plant-mediated effects [4]. These interactions can strengthen or weaken pest suppression. For example, high numbers of aphid mummies may indicate substantial primary parasitism, but longer-term control can still be weakened by hyperparasitoids or poor temporal synchrony between parasitoid activity and aphid population growth. Food resources can sustain natural enemies early in the season, whereas alternative hosts may either support their populations or divert them from the target pest. For Ukraine, this network perspective is especially relevant to aphid-parasitoid systems in cereals, oilseed crops, vegetables, and orchards, where biological control should be evaluated in relation to both aphid population growth and the risk of virus transmission.

A second direction is conservation biological control through habitat and resource management. Contributions examined flower strips, cover crops, companion and banker plants, nectar and honeydew, crop mixtures, orchard ground vegetation and landscape composition [4]. Research now examines which resources can be used by target natural enemies, when these resources are available, and whether they ultimately enhance pest suppression. This is crucial because natural-enemy abundance or richness is not automatically equivalent to biological-control function [5]. In Ukraine, shelterbelts, field margins, semi-natural fragments and within-field diversification can form planned ecological infrastructure, but their effectiveness should be tested against local pests and farming operations rather than transferred as universal prescriptions.

Climate and seasonal dynamics form a third cluster. Research increasingly examines heat waves, cold spells, moisture limitation, humidity, overwintering, diapause and phenological mismatch rather than mean temperature alone [4]. This matters across the strong climatic and land-use gradients of Ukrainian Polissia, Forest-Steppe and Steppe systems, where short heat or drought episodes may coincide with critical crop stages. Monitoring should record phenology, extreme events and microclimate alongside pest and entomophage counts. Experiments using realistic temperature and moisture sequences would be more informative than tests conducted only under constant average conditions.

The fourth direction is a broader assessment of pesticide compatibility with entomophagous insects. Acute mortality tests alone may overlook sublethal effects on natural enemies, including changes in development, longevity, fecundity, sex ratio, emergence, mobility, host-searching ability, predatory behavior, and learning [4]. Residues, seed treatments, fungicides and herbicides may also alter prey, hosts or floral resources. Compatibility should therefore be evaluated for realistic schedules and exposure routes. Ukrainian priority tests should combine widely used crop-protection programs with local parasitoids and predators, including cultures considered for augmentation. This would allow biological and chemical interventions to be positioned within genuinely integrated programs.

A fifth direction is the development of more informative measures of biological control. Predator abundance, species richness, and parasitism rates indicate

that natural enemies are present, but do not show whether they reduce pest populations or crop damage. Tricault et al. [5] showed that molecular prey-detection data can be used to estimate predation rates and combined with field data on predator abundance to provide a more informative estimate of predation intensity. IEIC8 contributions also indicate that hyperparasitoids should be considered when interpreting parasitism rates and their contribution to pest suppression [4]. Depending on the crop-pest system, biological control should ultimately be evaluated through changes in pest density, crop damage, the incidence of vector-borne plant viruses, and yield. Exclusion experiments, sentinel prey or hosts, rearing of collected hosts, and molecular detection of predation can provide this evidence.

Molecular, spatial and digital methods increasingly support these functional approaches. DNA barcoding and metabarcoding can reveal cryptic species and feeding links; distribution models can identify climatic suitability and range shifts; joint species models can relate communities to land use; and computer vision can assist monitoring or insect-production quality control [4]. These tools still depend on correctly identified vouchers, curated reference sequences and transparent validation. Linking Ukrainian collections and expertise with DNA data, host records, coordinates and images would improve reproducibility and diagnosis in field samples and rearing facilities.

Mass rearing also remains an applied pillar. IEIC8 contributions addressed diet quality, diapause, storage, reproduction and performance [4]. Taxon-specific quality criteria should supplement production numbers; for parasitoid cultures, these include parasitism rate, emergence rate, sex ratio, adult longevity, and life-cycle duration [4]. For Ukrainian biolaboratories, taxonomic verification of cultures and links between laboratory quality control and post-release observations are especially important.

The reviewed directions suggest a practical Ukrainian agenda. A common framework across cereal and oilseed fields, maize, orchards and vegetables should combine standardized pest and natural-enemy sampling, parasitoid rearing, voucher preservation, crop and pesticide records, habitat mapping and functional measures. Repeated observations around interventions would enable comparisons among climatic zones and farm types. Controlled field trials could compare flowering resources, managed field margins, reduced disturbance, or orchard ground cover with comparable control plots lacking these interventions, while monitoring possible unintended responses of non-target pests and hyperparasitoids. Shared protocols could connect taxonomists, field ecologists, molecular laboratories, spatial analysts and insect-production facilities.

Aphid-parasitoid-hyperparasitoid networks merit particular attention because they unite Ukrainian taxonomic expertise with high agronomic relevance. The same logic can be extended to lepidopteran pests of maize, predator communities in orchards and vegetables, and natural enemies of invasive pests. Systems in which pest thresholds, crop damage and treatment histories can be measured are especially valuable because they test whether changes in network structure predict real control. An openly documented collection of verified entomophages, host associations and georeferenced records would provide a common foundation and long-term baseline.

Recent research thus shows a clear expansion from individual species biology to the performance and resilience of agroecosystem networks. Taxonomy, behavior and physiology remain indispensable, but gain practical value when linked to climate, pesticides, habitat, trophic interactions and crop outcomes. For Ukraine, verified identification, standardized network monitoring, spatially explicit field experiments and functional indicators can support locally adapted biological control, agricultural biodiversity and an evidence-based reduction of pesticide dependence.

References

1. Conti E., Wajnberg E., Beukeboom L. W. Entomophagous insects – an introduction. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 2021. Vol. 169, No. 1. P. 3–5. 10.1111/eea.12972.

2. Segura D. F., Cingolani M. F., Wajnberg E., Beukeboom L. W. Entomophagous insects: predators and parasitoids that shape insect communities and offer valuable tools for insect pest management. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 2024. Vol. 172, No. 6. P. 455–459. 10.1111/eea.13446.

3. Bressac C., Goubault M., Foray V., Drezen J.-M., Beukeboom L. W. From fundamental laboratory to applied field research: entomophagous insects as models of interest to a broad scientific community. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 2026. Vol. 174, No. 8. P. 797–800. 10.1111/eea.70149.

4. *IEIC8*: Abstract Book of the 8th International Entomophagous Insects Conference. Tours, France, 1–4 July 2025. Tours, 2025. 167 p.

5. Tricault Y., Masson A., Poggi S., Canard E., Plantegenest M. Comparing methods for measuring predation: toward a quantitative-informative indicator of natural pest control. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 2026. Vol. 174, No. 8. P. 801–811. 10.1111/eea.70099.

ВІД ОКРЕМИХ ВИДІВ ЕНТОМОФАГІВ ДО ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МЕРЕЖ АГРОЕКОСИСТЕМ: СУЧАСНІ НАПРЯМИ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПРІОРИТЕТИ ДЛЯ УКРАЇНИ

Калюжна М. О., кандидат біологічних наук

kaliuzhna.maryna@gmail.com

Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН, Україна

Аналіз сучасних досліджень ентомофагів виявив перехід від вивчення окремих природних ворогів до функціональних трофічних і ландшафтних мереж. Ключові пріоритети для України охоплюють стандартизований моніторинг, таксономічну верифікацію, оцінювання сумісності з пестицидами, диверсифікацію оселищ і польові показники пригнічення шкідників.

УДК 631.8;631.452;631.86/87;57.083.223

БІОЛОГІЗАЦІЯ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ КУЛЬТУР У КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ ПОЛІССЯ ЗА ПОЄДНАННЯ СИДЕРАЦІЇ ТА МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ

Пархоменко М. М.[1,2]

miroslav.parkhomenko@gmail.com

[1]*Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, Україна;*
[2]*Національний університет «Чернігівська політехніка», Україна*

Вивчено вплив різних систем удобрення (органічної, мінеральної, органо-мінеральної, альтернативної) та мікробних препаратів на зміну показників родючості дерново-підзолистого супіщаного ґрунту за періодично промивного типу водного режиму, врожайність сільськогосподарських культур і продуктивність сівозмін.

Сучасні системи землеробства потребують пошуку технологічних рішень, спрямованих на підвищення ефективності використання ресурсів, збереження родючості ґрунту та зменшення негативного впливу агровиробництва на довкілля. Одним із перспективних напрямів вирішення цього завдання є біологізація систем удобрення, що передбачає ширше використання біологічних механізмів підтримання продуктивності агроценозів, зокрема сидерації та мікробних препаратів [1, 2].

Метою досліджень було встановити ефективність поєднання сидеральних культур, органічних і мінеральних добрив та мікробних препаратів у системах удобрення сільськогосподарських культур за вирощування на дерново-підзолистому ґрунті в умовах Лівобережного низовинного Полісся України.

Дослідження виконано на базі двох сівозмін – зернової та зернокартопляної. Для інокуляції посівного та посадкового матеріалу використовували такі біопрепарати: для пшениці озимої, пшениці ярої та кукурудзи – Поліміксобактерин (на основі *Paenibacillus polymyxa*); для конюшини – Ризобофіт (на основі *Rhizobium leguminosarum bv. trifolii*); для жита озимого – Діазобактерин (на основі *Azospirillum brasilense*); для картоплі – Біогран (на основі *A. brasilense* та фізіологічно активних речовин біологічного походження)**;** для вівса – Мікрогумін (на основі *A. brasilense*); для люпину вузьколистого – Ризогумін (на основі *Bradyrhizobium lupini*). Застосування препаратів здійснювали відповідно до рекомендацій [3].

Варіанти досліду (середньосівозмінні норми добрив) – без добрив, контроль; $N_{60}P_{50}K_{60}$; сидерат (люпин) + $N_{60}P_{50}K_{60}$; сидерат (жито) + $N_{60}P_{50}K_{60}$;

гній, 10 т/га + $N_{60}P_{50}K_{60}$; сидерат (люпин) + гній, 10 т/га + $N_{60}P_{50}K_{60}$; гній, 20 т/га.

Встановлено, що включення проміжних сидеральних культур до структури короткоротаційних сівозмін сприяло підвищенню їхньої продуктивності та поліпшенню поживного режиму ґрунту. За ефективністю впливу на продуктивність сівозмін дія сидератів наближалася до застосування 10 т/га підстилкового гною, що підтверджує перспективність використання сидерації як альтернативного джерела органічної речовини й елементів живлення.

Найсприятливіші умови для підтримання поживного режиму ґрунту сформувалися за органомінеральної системи удобрення із поєднанням сидерату (люпину), 10 т/га гною та внесення $N_{60}P_{50}K_{60}$. За її застосування вміст мінеральних сполук азоту, рухомого фосфору та обмінного калію наприкінці ротації був відповідно на 23, 8 і 34 % вищим, ніж за використання системи «гній 10 т/га + $N_{60}P_{50}K_{60}$». Додаткове застосування мікробних препаратів сприяло збільшенню вмісту азоту на 6 %, рухомого фосфору на 7 % та обмінного калію на 6 % порівняно з відповідними варіантами без інокуляції.

Позитивний ефект біологізації проявлявся також у формуванні гумусового стану ґрунту. У зерновій сівозміні за системи «сидерат (люпин) + гній 10 т/га + $N_{60}P_{50}K_{60}$» середньорічний баланс гумусу становив 1,09 т/га без інокуляції та 1,21 т/га за використання мікробних препаратів. У зернокартопляній сівозміні застосування цієї системи забезпечило наближення балансу гумусу до бездефіцитного: за інокуляції середньорічні втрати становили лише 0,02 т/га за інтенсивності балансу 98,8 %.

Важливим екологічним ефектом біологізації було зменшення непродуктивної міграції речовин за межі ґрунтового профілю. За включення сидеральних культур до сівозмін порівняно з мінеральною системою удобрення втрати продуктивної вологи зменшувалися в 1,5 раза, водорозчинної органічної речовини – у 1,6–1,8 раза, нітратного азоту – на 24–35 %, кальцію – на 11–27 %, магнію – на 21–35 %. Застосування мікробних препаратів додатково сприяло зниженню втрат нітратного азоту на 3–19 %, магнію на 3–14 %, та кальцію на 6 – 16 % залежно від системи удобрення.

Отже, поєднання сидеральних культур, органічних і мінеральних добрив та мікробних препаратів формує комплексну систему біологізації землеробства, яка одночасно сприяє підвищенню продуктивності сівозмін, покращенню поживного режиму та гумусового стану ґрунту, зменшенню міграційних втрат елементів живлення і підвищенню ефективності використання добрив. Для умов дерново-підзолистих ґрунтів Лівобережного низовинного Полісся такий підхід може розглядатися як один із важливих шляхів переходу до більш ресурсоефективних і екологічно орієнтованих систем землеробства.

Перелік посилань

1. Біологізація землеробства в Україні: реалії та перспективи. / за заг. ред. В. В. Іванишина та І. А. Шувара. Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2016. 284 с.

2. Вожегова Р. А. Актуальні питання біологізації сучасного аграрного виробництва. *Органічне виробництво в умовах зміни клімату: технології і техніка*: матеріали Міжнар. наук.-техн. онлайн-конф., смт Глеваха, 4–5 жовтня 2023 р. / ІМА АПВ НААН / гол. ред. В. В. Адамчук. Чернігів, 2023. С. 11–14.

3. Мікробні препарати в сучасних аграрних технологіях (науково-практичні рекомендації) / за ред. В. В. Волкогона. Київ, 2015. 248 с.

BIOLOGIZATION OF FERTILIZATION SYSTEMS IN SHORT-TERM CROP ROTATIONS OF POLISSIA THROUGH THE COMBINATION OF GREEN MANURING AND MICROBIAL PREPARATIONS

M. Parkhomenko[1,2]

miroslav.parkhomenko@gmail.com

[1]***Institute of Agricultural Microbiology and Agro-Industrial Production of NAAS, Ukraine;***
[2]***Chernihiv Polytechnic National University, Ukraine***

The effects of different fertilization systems (organic, mineral, organo-mineral, and alternative) and microbial preparations on changes in the fertility indicators of soddy-podzolic sandy loam soil under a periodically leaching water regime, crop yields, and crop rotation productivity were studied.

УДК 632.939: 579.64

ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ ЗАХИСТУ КАРТОПЛІ ЗА КОНТРОЛЮ ШКІДНИКІВ ТА ХВОРОБ

Соломійчук М. П.[1], кандидат сільськогосподарських наук;
Гаврилюк А. Т.[2], кандидат біологічних наук

fitolabcv.solomiichuk@gmail.com

[1]*ДУ «Чернівецька фітосанітарна випробувальна лабораторія Держпродспоживслужби», Україна;*
[2]*Українська науково-дослідна станція карантину рослин Інституту захисту рослин НААН, Україна*

Застосування низки біопрепаратів під час вегетації сприяло контролю основних хвороб і шкідників картоплі та збереженню врожаю. Біологічні препарати та стимулятори росту, які проявили найвищу ефективність, використані для розробки схем захисту картоплі. Застосування системи біопрепаратів, яка включала 4-х разову послідовну обробку комбінаціями препарату стимулювальної природи Вітастим БТ з фунгіцидами БТ та хелатованими мікроелементами, забезпечила найкращий захист від хвороб. Найкращий захист від шкідників забезпечило застосування схеми біоінсектицидів, яка включала 4 послідовні обробки препаратами: перша – Бітоксибацилін БТ, СК (3,0 л/га); друга – Боверин БТ, СК (10,0 л/га); третя – Актофіт БТ, СК (3,0 л/га); четверта – Метаризин БТ, СК (3,0 л/га).

Картопля є третім за важливістю продуктом харчування у світі [1, 2]. Її вирощують у понад 164 країнах, і більше ніж мільярд людей щоденно вживають цей продукт у різному вигляді [3]. Також картопля використовується як сировина для різних промислових виробництв [4]. Зростання світового виробництва бульб відбувається завдяки потенціалу сортів, тоді як площі під картоплею за період 1961–2018 рр. скоротилися з 22,14 млн га до 17,34 млн га [5]. Водночас під час вирощування картоплі у різних регіонах світу існує низка чинників, що знижують урожайність культури. При цьому велику небезпеку становлять різні шкідники та інфекційні хвороби та [1–5]. Для їхнього контролю виникає потреба в застосуванні пестицидів. Проте вони можуть спричиняти резистентність патогенів, що, у свою чергу, зумовлює необхідність пошуку альтернативних способів обмеження розвитку шкідливих організмів. При цьому перспективним є застосування біологічного методу захисту рослин [3, 5].

Дослідження з вивчення ефективності біологічних препаратів проти фітофторозу та альтернаріозу картоплі та колорадського жука проводили на базі Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту

рослин в польових умовах на природному інфекційному фоні. Схема досліду включала чотириразову обробку рослин під час вегетації. Використовували препарати, розроблені Інженерно-технологічним інститутом «Біотехніка». У межах дослідження було проведено аналіз 7 біологічних препаратів (5 фунгіцидної та 2 стимулювальної дії), а також їхніх комбінацій проти збудників хвороб, і ще 4 біологічних препаратів у різних комбінаціях проти колорадського жука.

Дослідження із застосування комбінацій біологічних препаратів БТ у поєднанні з мікроелементами проти збудників хвороб проводили за 4 схемами (табл. 1).

Таблиця 1 – Схеми комбінацій біологічних препаратів проти збудників хвороб

Операція	**Складові компоненти**			
	Схема 1	**Схема 2**	**Схема 3**	**Схема 4**
Обробка бульб перед посадкою	Трихопсин БТ 1,5 л/т + Гліокладін БТ 1,5 л/т + БіоГібервіт БТ 1,5 л/т	Трихопсин БТ 1,5 л/т + Гліокладін БТ 1,5 л/т + БіоГібервіт БТ 1,5 л/т	Трихопсин БТ 1,5 л/т + Гліокладін БТ 1,5 л/т + Вітастим БТ 1,5 л/т	Трихопсин БТ 1,5 л/т + Гліокладін БТ 1,5 л/т + Вітастим БТ 1,5 л/т
Перша обробка рослин (початок змикання рослин в рядку)	Трихопсин БТ 3,0 л/га + Біоспектр БТ 3,0 л/га + БіоГібервіт БТ 3,0 л/га	Трихопсин БТ 3,0 л/га + Біоспектр БТ 3,0 л/га + БіоГібервіт БТ 3,0 л/га + хелати 1	Трихопсин БТ 3,0 л/га + Біоспектр БТ 3,0 л/га + Вітастим БТ 3,0 л/га	Трихопсин БТ 3,0 л/га + Біоспектр БТ 3,0 л/га + Вітастим БТ 3,0 л/га + хелати 1
Друга обробка в фазу бутонізації	Трихопсин БТ 3,0 л/га + Бактофіт БТ 3,0 л/га + БіоГібервіт БТ 3,0 л/га	Трихопсин БТ 3,0 л/га + Бактофіт БТ 3,0 л/га + БіоГібервіт БТ 3,0 л/га + хелати 2	Трихопсин БТ 3,0 л/га + Бактофіт БТ 3,0 л/га + Вітастим БТ 3,0 л/га	Трихопсин БТ 3,0 л/га + Бактофіт БТ 3,0 л/га + Вітастим БТ 3,0 л/га + хелати 2
Третя обробка під час цвітіння	Трихопсин БТ 3,0 л/га + Бактофіт БТ 3,0 л/га + БіоГібервіт БТ 3,0 л/га	Трихопсин БТ 3,0 л/га + Бактофіт БТ 3,0 л/га + БіоГібервіт БТ 3,0 л/га + хелати 2	Трихопсин БТ 3,0 л/га + Бактофіт БТ 3,0 л/га + Вітастим БТ 3,0 л/га	Трихопсин БТ 3,0 л/га + Бактофіт БТ 3,0 л/га + Вітастим БТ 3,0 л/га + хелати 2
Четверта обробка через 14 днів після останньої обробки	Трихопсин БТ 3,0 л/га + Бактофіт БТ 3,0 л/га + Гліокладін БТ 5,0 л/га + БіоГібервіт БТ 3,0 л/га	Трихопсин БТ 3,0 л/га + Бактофіт БТ 3,0 л/га + Гліокладін БТ 5,0 л/га + БіоГібервіт БТ 3,0 л/га	Трихопсин БТ 3,0 л/га + Бактофіт БТ 3,0 л/га + Гліокладін БТ 5,0 л/га + Вітастим БТ 3,0 л/га	Трихопсин БТ 3,0 л/га + Бактофіт БТ 3,0 л/га + Гліокладін БТ 5,0 л/га + Вітастим БТ 3,0 л/га

Дослідження із застосування комбінацій біологічних препаратів БТ проти колорадського жука проводили за 6 схемами (табл. 2).

Таблиця 2 – Схеми комбінацій біологічних препаратів проти колорадського жука

Фаза внесення	**Система захисту**					
	№ 1	**№ 2**	**№ 3**	**№ 4**	**№ 5**	**№ 6**
Початок змикання рослин в рядку	Актофіт БТ – 3,0 л/га	Бітоксибацилін БТ – 3,0 л/га	Метаризин БТ – 3,0 л/га	Боверин БТ – 10,0 л/га	Боверин БТ – 10,0 л/га	Бітоксибацилін БТ – 3,0 л/га
Бутонізація	Боверин БТ – 10,0 л/га	Метаризин – 3,0 л/га	Актофіт БТ – 3,0 л/га	Бітоксибацилін БТ – 3,0 л/га	Бітоксибацилін БТ – 3,0 л/га	Боверин БТ – 10,0 л/га
Цвітіння	Метаризин БТ – 3,0 л/га	Боверин БТ – 10,0 л/га	Боверин БТ – 10,0 л/га	Актофіт БТ – 3,0 л/га	Метаризин БТ – 3,0 л/га	Актофіт БТ – 3,0 л/га
Через 14 днів після останньої обробки	Бітоксибацилін БТ – 3,0 л/га	Актофіт БТ – 3,0 л/га	Бітоксибацилін БТ – 3,0 л/га	Метаризин БТ – 3,0 л/га	Актофіт БТ – 3,0 л/га	Метаризин БТ – 3,0 л/га

Урожайність картоплі за застосування досліджуваних комбінацій проти альтернаріозу та фітофторозу була дещо нижча від хімічного контролю. Поєднання препаратів фунгіцидної та стимулювальної дії виявило синергетичний ефект і забезпечило підвищення імунопротекторного захисту проти досліджуваних хвороб. Застосування хелатованих мікроелементів незначною мірою вплинуло на фунгіцидну ефективність систем, проте суттєво підвищило продуктивність рослин картоплі.

Застосування системи захисту картоплі № 4, яка включала чотириразову послідовну обробку комбінаціями препарату стимулювальної природи Вітастим БТ з біофунгіцидами БТ та хелатованими мікроелементами, забезпечила кращий захист рослин картоплі від хвороб. Зокрема, технічна ефективність проти фітофторозу становила 78,4 %, а проти альтернаріозу – 78,9 % (табл. 3).

Таблиця 3 – Вплив біологічних комплексів фунгіцидної та стимулювальної природи у поєднанні з мікроелемнтами на інтенсивність прояву грибних хвороб на картоплі (сорт Слов'янка)

Варіанти досліду	**Альтернаріоз**		
	уражено рослин, %	**розвиток хвороби, %**	**технічна ефективність, %**
Контроль (без обробок)	37,6	12,3	–
Контроль (хімія)	7,1	0,9	91,1
Схема 1	14,2	3,7	72,4
Схема 2	15,9	4,1	78,0

Кінець таблиці 3

Варіанти досліду	Альтернаріоз		
	уражено рослин, %	**розвиток хвороби, %**	**технічна ефективність, %**
Схема 3	16,1	3,9	74,8
Схема 4	15,3	3,7	78,9
	Фітофтороз		
	уражено рослин, %	**розвиток хвороби, %**	**технічна ефективність, %**
Контроль (без обробок)	42,2	11,6	–
Контроль (хімія)	8,3	1,2	89,7
Схема 1	13,2	2,7	76,7
Схема 2	12,1	2,8	75,9
Схема 3	12,9	3,1	73,3
Схема 4	13,5	2,5	78,4

Варто зазначити, що всі досліджувані системи забезпечили технічну ефективність захисту рослин від хвороб понад 70 %. Це свідчить про перспективність проведеної роботи та доцільність виконання досліджень у різних екологічних умовах і вибору найбільш актуальних комбінацій біологічних препаратів.

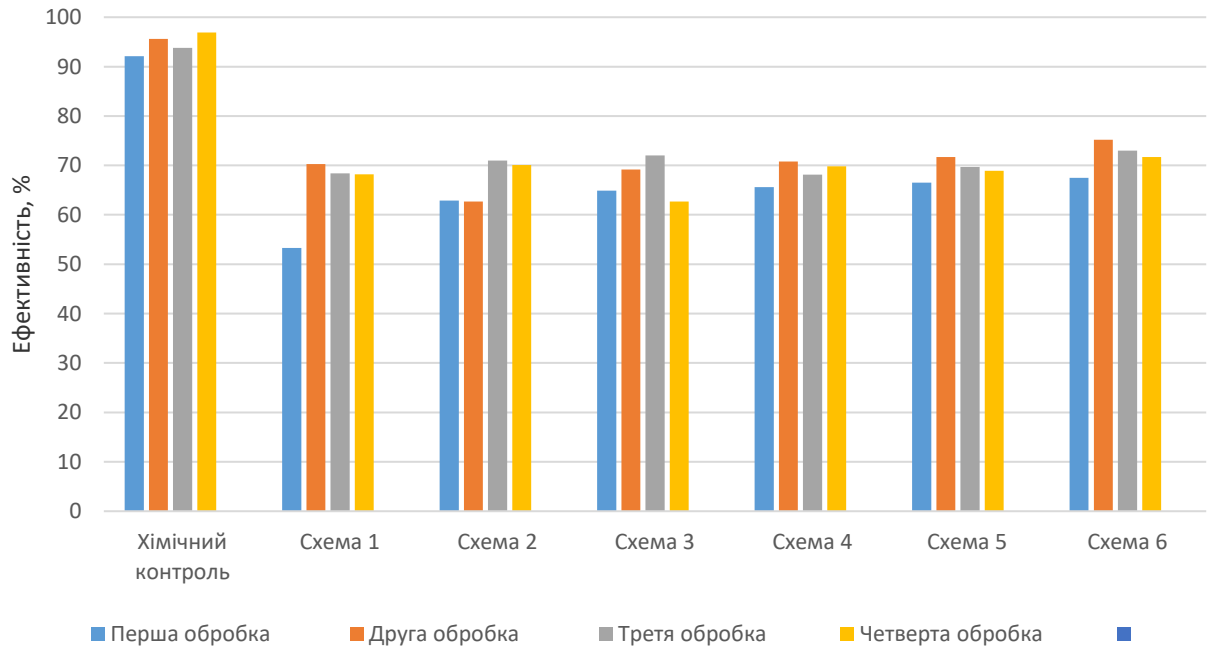


Рисунок 1 – Технічна ефективність біологічних систем захисту картоплі від колорадського жука

Застосування комбінацій інсектицидних біопрепаратів протягом вегетації картоплі сприяло ефективному контролю колорадського жука та збереженню

врожаю. Системи біологічного захисту №2 та №6 після чотириразової послідовної обробки рослин у ключові фази розвитку показали найкращу технічну ефективність проти колорадського жука – 70,1 % та 71,7 % відповідно. Найкращий захист забезпечило застосування системи, яка включала чотириразову послідовну обробку препаратами: перша – Бітоксибацилін БТ, СК (3,0 л/га); друга – Боверин БТ, СК (10,0 л/га); третя – Актофіт БТ, СК (3,0 л/га); четверта – Метаризин БТ, СК – (3,0 л/га) (рис. 1).

Перелік посилань

1. Salim M. K. Alam and R. Akte. Effect of different natural storage conditions on keeping quality of potato at Munshiganj Region of Bangladesh. Net Journal of Agricultural Science. 2023. Vol. 11(2). P. 19–24.

2. Артюх Т., Безсмертна О., Мельник, Д. Проблеми та перспективи розвитку ринку картоплі в Україні з врахуванням зональної спеціалізації галузі. Економіка та суспільство. 2022. 39. https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-39-54.

3. Birch P. R. J., Bryan G., Fenton B., Gilroy E. M., Hein I., Jones J. T., et al. Crops that feed the world 8: Potato: are the trends of increased global production sustainable? Food Sec. 2012. 4. P. 477–508. https://doi.org/10.1007/s12571-012-0220-1.

4. Kyryk M. M., Pikovskyi M. Y., Azaiki S. Diagnostic signs of diseases of vegetable crops and potato. 2012. Kyiv: Phoenix. 175 p.

5. Соломійчук М. П., Піковський М. Й. Ефективність застосування біологічних препаратів БТ при захисті картоплі від шкідливих організмів у Західному Лісостепу України. Фітосанітарна безпека. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. 2022. №68. С. 168–181. https://doi.org/10.36495/1606-9773.2022.68.168-181.

EFFECTIVENESS OF BIOLOGICAL POTATO PROTECTION SYSTEMS IN PEST AND DISEASE CONTROL

M. Solomiychuk[1], PhD;
A. Gavriluck[2], PhD

fitolabcv.solomiichuk@gmail.com

[1]*State Institution «Chernivtsi Phytosanitary Testing Laboratory of the State Service on Food and Consumer Protection», Ukraine;*
[2]*Ukrainian Plant Quarantine Research Station of the Institute of Plant Protection of NAAS, Ukraine*

The use of a number of biological preparations during the growing season contributed to the control of the main potato diseases and the preservation of the crop. Biological drugs and growth stimulants that showed the highest efficiency were

used for the development of potato protection schemes. The use of a system of biopreparations, which included 4 consecutive treatments with combinations of the stimulating nature drug Vitastim BT with BT fungicides and chelated microelements, provided the best protection against diseases. The best protection against pests was provided by the use of a bioinsecticide scheme, which included 4 consecutive treatments with drugs: the first – Bitoxibacillin BT, SC (3.0 l/ha); the second – Boverin BT, SC (10.0 l/ha); the third – Actofit BT, SC (3.0 l/ha); the fourth – Metarizin BT, SC (3.0 l/ha).

УДК 632.92

ОСНОВНІ ШКІДНИКИ У ПОСІВАХ СЕЛЕРИ ЗА СУЧАСНИХ УМОВ ГОСПОДАРЮВАННЯ

Ткаленко Г. М., доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник;
Барабаш А. Д.;
Дундєва І. В.

microbiometod@ukr.net

Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН, Україна

Вперше в умовах Центрального Лісостепу України встановлено видовий склад фітофагів в посівах селери листової і кореневої; визначено найбільш шкідливі види. Отримані результати проведених досліджень забезпечать своєчасне виявлення фітофагів і проведення комплексу захисних заходів проти них, що покращить екологічний стан овочевих агроценозів, дозволить відновити корисну ентомофауну до 45,0 % та одержати екологічно безпечну овочеву продукцію, збереження біорізноманіття для сталого розвитку сільського господарства.

Головним чинником стабілізації в усіх агроценозах проти шкідників є поєднання організаційно-господарських, агротехнічних, біологічних і хімічних заходів. Досить гостро ця проблема стоїть і за вирощування селери кореневої і листкової.

Сьогодні селеру кореневу і листкову, яка належить до родини *Apiaceae* і є популярною травою і овочем завдяки протизапальним і антиоксидантним сполукам, вирощують на усіх континентах світу, тому і в Україні посівні площі почали істотно зростати. Цінність селери обумовлена високим вмістом різних ефірних олій, які надають їй специфічний смак. Листові черешки та коренеплоди містять багато фосфору і особливо калію. Коренева селера має сечогінну і загальнозміцнювальну дію. Її широко використовують при захворюваннях нирок і сечового міхура. Листя містить велику кількість вітамінів (особливо С) та мінеральних речовин, а також маніт, тирозин, пентозан, холін та аспарагін. У гомеопатії витяжки з насіння, коріння та листя застосовують як сечогінний та серцевий засіб, а також при захворюваннях статевих органів.

Однак у процесі вирощування селери значних збитків завдає комплекс шкідників протягом всього періоду вегетації, що обумовлює необхідність проведення своєчасного контролю фітосанітарного стану для визначення видового складу й планування регулярних захисних заходів.

Дослідження видового складу шкідників найбільш розповсюджені, як правило, для поширених овочевих агроценозів: капусти, томатів, перцю, культур з родини гарбузових [1, 2]. Але у зв'язку із розширенням площ під селерою кореневою і листковою необхідність проведення досліджень у посівах саме цієї культури стала актуальною у різних країнах Східної Європи та Азії. Дослідження ентомокомплексу селери, як правило, мають на меті визначення як спеціалізованих [3], так і неспеціалізованих шкідників для подальшого розроблення захисних заходів [4].

Селера коренева – один із трьох різновидів цієї пряно-ароматичної культури. На відміну від листкової і черешкової селери, у неї розростається основне стебло і головний корінь, утворюючи доволі великий коренеплід. Селера доволі непроста рослина, яка зберігає в собі декілька секретів, і агровиробникам слід прикладати багато зусиль, щоб виростити великий коренеплід і отримати високий урожай. Одним із таких проблемних питань є недостатність вивчення комплексу шкідливих організмів в посівах селери та їхній вплив на збереженість коренеплодів і отримання здорового насіннєвого матеріалу в зонах вирощування культури. Робота набуває особливої актуальності в останні роки у зв'язку з різкими змінами клімату в сторону позитивних температурних аномалій.

Значною проблемою для агровиробництва є паралельна еволюція шкідників та селекційно-генетичних досягнень під час створення стійких до шкідників генотипів. Визначення видового складу шкідників селери слугуватиме основою для розробки комплексних заходів захисту культури від фітофагів.

Світовим лідером за обсягами імпорту селери є Канада, яка щорічно ввозить до 90 тис. т. Інші лідери: Великобританія, США, Франція та Нідерланди [5]. Отже, крім України є ціла низка країн, що імпортують значні обсяги селери.

Встановлено, що кількість видів шкідників і кліщів у посівах селери кореневої і листової значно менша, ніж іншими овочевими агроценозами. Але постійна наявність кормової бази і оптимальні режими температури і вологості повітря сприяють масовому розмноженню сисних шкідників і кліщів, цим самим значно підвищуючи їхню шкідливість. Тому для здійснення ефективного захисту овочевих культур потрібно постійно проводити моніторинг фітофагів.

На основі проведеного моніторингу фітосанітарного стану посадок селери кореневої на гібриді Монарх коренева F1 і листкової Верде ді Тагліо F1 в умовах Центрального Лісостепу України встановлено, що, крім багатоїдних комах і кліщів, значної шкоди завдавала зонтична попелиця (*Anuraphis subterranea* Walk.).

На ранніх фазах розвитку культури відмічено поширення ґрунтових шкідників: дротяників (за чисельності 0,6 і 0,3 екз./м^2) та личинок хруща травневого (0,2 і 0,1 екз./м^2 відповідно). Відмічено поодиноке (до 5,0 %) пошкодження кореневої системи рослин. На вегетативних органах селери кореневої і листкової на ранніх фазах розвитку не виявлено фітофагів.

У подальшому впродовж вегетаційного періоду виявлено поширення одного з найважливіших груп шкідників – кліщів, які представлені широко розповсюдженими і шкідливими видами – звичайний павутинний (*Tetranychus urticae* Koch), морфологічно і трофічно близький до нього червоний павутинний (*Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval).

Заселеність селери становила 32,4–33,0 % за чисельності від 33,6 до 40,6 екз./листок. Оптимальна температура для цих видів складає 29–33 °С, а відносна вологість для звичайного – 35–55 %, а червоного – 40–90 %. Низькі температури не призводять до діапаузи, але можуть викликати у дорослих кліщів стан спокою, протягом якого вони не живляться.

Середня чисельність попелиці на культурі була в межах 22,5–30,0 екз./рослину. Сприяли розвитку попелиці помірно вологі і температурні умови, але оптимальними є температура 23–25 °С і відносна вологість повітря 75–80 %. Температура понад 30 °С пригнічувала їхній розвиток.

Сформована інформаційна база даних щодо видового складу шкідливого ентомопатокомплексу у посівах селери кореневої і листкової дозволить об’єктивно оцінити фітосанітарний стан рослин, виокремити найпоширеніші та найшкідливіші види, дослідити вплив корисних організмів на їхню шкодочинність і заселеність, а також одержати сталі врожаї овочевої продукції.

Перелік посилань

1. Онищенко О. І., Куц О. В., Могильна О. М. та ін. Комплексна система заходів захисту буряка столового від шкідників, хвороб і бур’янів. Науково-практичні рекомендації. Харків, 2022. 35 с.

2. Тимченко В. Й., Онищенко О. І., Колеснік Л. І. та ін. Рекомендації по захисту насінників капусти проти шкідників. Мерефа: ІОБ УААН, 2004. 36 с.

3. Slavica V., Šunjka D., Žunić A., Bošković D. Plant protection products in root vegetable. *Biljni lekar.* 2020. Vol. 48(6). P. 654–668. https://dx.doi.org/10.5937/biljlek2006654v.

4. Szwejda J. H. Diptera pests occurring on vegetable crops in Poland. *Journal of Horticultural Research*. 2023. Vol. 31(2). P. 169–188. https://doi.org/10.2478/johr-2023-0030.

5. Kumar P. S., Rachana R. R. *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae) is a pest of celery, *Apium graveolens* (Apiales: Apiaceae): First report and diagnostic characters. *Journal of Integrated Pest Management*. 2021. Vol. 12(1):46. P. 1–5. https://doi.org/10.1093/jipm/pmab039.

MAJOR PESTS IN CELERY CROPS UNDER CURRENT FARMING CONDITIONS

G. Tkalenko, D.Sc., Sr. Research Scientist;
A. Barabash;
I. Dundeva

microbiometod@ukr.net

Engineering and Technological Institute «Biotekhnika» of NAAS, Ukraine

For the first time in the Central Forest-Steppe region of Ukraine, the species composition of plant pests in leaf and root celery crops has been determined; the most harmful species have been identified. The results of these studies will ensure the timely detection of plant pests and the implementation of a comprehensive set of control measures against them, which will improve the ecological condition of vegetable agrocenoses, allow for the restoration of beneficial entomofauna, up to 45.0 %, and the production of environmentally safe vegetable products, as well as the preservation of biodiversity for the sustainable development of agriculture.

UDC 632.78:635.33

CABBAGE WHITEFLY IN UKRAINE: DISTRIBUTION, DEVELOPMENTAL FEATURES, AND POPULATION CONTROL

Y. Tkalenko

microbiometod@ukr.net

Institute of Plant Protection of NAAS, Ukraine

The dynamics of the distribution of the cabbage whitefly (Aleyrodes proletella L.) in Ukraine were analyzed based on data from the State Service of Ukraine for Food Safety and Consumer Protection, literature sources, and original observations. Furthermore, the ecological and biological features of the development of this phytophage were investigated in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. This research will enable timely detection of the pest in field crops, establish the developmental timing of harmful life stages, and facilitate the development of an effective integrated management system to control the pest population, thereby mitigating adverse impacts on vegetable agrocenoses and reducing yield losses.

Introduction

Climate warming in recent years has led to a deterioration of the phytosanitary status of agricultural ecosystems in Ukraine, prompting the emergence of new crop-threatening insect species, among which the cabbage whitefly plays a prominent role.

Over the past decade, the development and spread of the cabbage whitefly have posed a severe threat to crops of the family *Brassicaceae*, not only across all agro-climatic zones of Ukraine but also worldwide. Such widespread occurrence of this phytophagous insect attests to its high adaptive capacity, allowing it to rapidly colonize new geographic zones. It has been established that the primary drivers causing its transition into a dominant pest-having previously caused no significant economic damage to open-field brassica crops include: global climate change (elevated temperatures coupled with minimal precipitation), successful overwintering in open soil, and a continuously available host plant base.

Materials and methods

Field investigations were conducted in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine on the premises of the farm enterprise «Zlahoda» (Kyiv Oblast) during 2023–2025. Laboratory experiments were carried out at the Laboratory of Pesticide Application Technology of the Institute of Plant Protection of NAAS, adhering to standard established methodologies [1, 2]. Yellow sticky traps were deployed to monitor phytophage populations in white cabbage crops.

Results and discussion

The cabbage whitefly (*Aleyrodes proletella L.*) is a polyphagous phytophage exhibiting high reproductive capacity, completing 5 to 6 full generations per growing season depending on meteorological conditions.

According to monitoring data collected across vegetable-growing enterprises by specialists of the State Service of Ukraine for Food Safety and Consumer Protection alongside researchers from the Institute of Plant Protection of NAAS, the initial recording of *A. proletella* in Ukraine occurred in 2016 within western oblasts (Volyn, Ivano-Frankivsk, Lviv and Rivne), with field infestation levels ranging from 6.0 % to 50.0 % and population densities of 10.0–87.5 specimens per plant. During 2016–2025, crop infestation in the Polissia zone ranged between 7.0 % and 87.0 % (density of 6.0–87.5 specimens/plant); in the Forest-Steppe zone, 5.0–85.0 % (12.0–85.5 specimens/plant); and in the Steppe zone, 5.0–45.0 % (10.0–90.0 specimens/plant), respectively.

Our experimental findings indicate that the pest extensively colonizes and damages brassica crops, resulting in substantial economic yield losses: up to 100.0 % in Napa cabbage, 88.5 % in broccoli, 72.3 % in cauliflower, 47.5 % and 19.5 % in late and early cultivars of white cabbage (respectively), 47.0 % in Savoy cabbage, 4.0 % in Brussels sprouts, and 3.5 % in red cabbage. The calculated average infestation coefficient for various cabbage species in the Forest-Steppe zone of Ukraine exceeded 40 on Napa cabbage, broccoli and cauliflower, and surpassed 15 on late-season white cabbage varieties. High pest reservoir potential, successful overwintering in open ground, and a continuous host plant supply underscore the persistent threat posed by this pest, maintaining its status as one of the most destructive emerging species [3, 4].

It was determined that infestation timing, oviposition, and larval hatching extended from the BBCH 14 growth stage (fourth leaf unfolded) throughout the entire vegetative period, varying according to seasonal weather patterns. Air temperature and Hydrothermal Coefficient (HTC) were identified as the governing factors determining the duration of embryonic and larval development. At elevated temperatures and HTC values of 1.3–1.6, developmental periods were notably shortened [5].

A detailed three-year comparative analysis of thermal effective heat totals (SET), mean ambient temperatures, HTC, yellow sticky trap catches of adults, and average whitefly density throughout the vegetation period demonstrated strong structural alignment with minimal deviations. These results confirm a high degree of ecological adaptation of the pest to the hydrothermal conditions of the Ukrainian Forest-Steppe. Despite substantial hydrothermal fluctuations – such as sharp shifts in daily mean temperatures and precipitation amounts – the seasonal pattern of pest development remained remarkably stable. Under these fluctuating conditions, no mortality of damaging developmental stages was observed. The adverse and lethal effects of drought were effectively circumvented because adults, eggs, and larvae reside exclusively on the abaxial (lower) surface of leaves. Furthermore, adult activity is confined strictly to early morning hours and post 18:00 periods.

Consequently, as of January 1, 2025, the geographic distribution of the cabbage whitefly encompasses all major agro-climatic zones of Ukraine (Polissia, Forest-Steppe and Steppe), with its distribution area continuously expanding. Systematic monitoring established that in the Forest-Steppe zone, the pest infests all cabbage varieties: Napa, Savoy, Brussels sprouts, cauliflower, broccoli, white cabbage, and red cabbage. Among weed species, it actively colonizes wild radish (*Raphanus meyerii* / *Raphanus raphanistrum*), winter cress (*Barbarea vulgaris*), wild mustard (*Sinapis arvensis*) and shepherd's purse (*Capsella bursa-pastoris*). Notably, it does not damage plants belonging to the family *Cucurbitaceae*, including pumpkin, cucumber, melon, summer squash, watermelon, and pattypan squash.

Field monitoring successfully delineated the onset of colonization, distribution, field prevalence, population dynamics, and developmental duration of all *A. proletella* stages in white cabbage crops within the Right-Bank Forest-Steppe.

Phytophage development depended substantially on abiotic factors during the vegetation period. Initial crop colonization occurred between late May and the first decade of June, corresponding to accumulated SET exceeding 10 °C of 173.0–188.0 °C. The duration of adult flight during the growing season was 134 days in 2023, 130 days in 2024 and 105 days in 2025. Embryonic development averaged 8.5 days (range: 6–11 days) at mean daily temperatures of 22.7–23.0 °C and relative humidity of 65.0–75.0 %; larval development averaged 18.7 days (range: 15–21 days) at mean daily temperatures of 19.1–21.8 °C and relative humidity of 63.0–75.0 %. Temperature drops to 17.5 °C or extremes in moisture levels extended egg and larval development by 3–7 days.

The phytophage produces 3–4 generations per year. The average developmental cycle of a single generation requires 32.5 to 35 days under mean daily air temperatures of 18.1–21.4 °C, an HTC of 1.6–2.5, and SET values of 307.7–344.4 °C.

It was confirmed that colonization timing, egg deposition, and larval emergence persisted from stage BBCH 14 (fourth true leaf unfolded) throughout the entire growth period, fluctuating strictly according to seasonal weather dynamics.

References

1. Omelyuta V. P. et al. (1986) Monitoring of Pests and Diseases of Agricultural Crops (V. P. Omelyuta, Ed.). Kyiv: Urozhai, 296 p. [In Ukrainian].

2. Trybel S. O., Siharova D. D., Sekun M. P., Ivaschenko O. O. (2001) Methods of Testing and Application of Pesticides (S. O. Trybel, Ed.). Kyiv: Svit, 448 p. [In Ukrainian].

3. Tkalenko Y. O., Shyta O. V. (2025) Distribution of cabbage whitefly in Ukraine. *Quarantine and Plant Protection*, 4. P. 39–44. [In Ukrainian]. https://doi.org/10.36495/2312-0614.2025.4.39-44.

4. Tkalenko Y. O., Shyta O. V. (2025) Infestation of Brassicaceae crops by cabbage whitefly in the Forest-Steppe of Ukraine. *Entomological Readings in Memory of Famous Entomologists S.O. Trybel and M.P. Sekun*: Proc. All-Ukr. Sci.-

Prac. Conf. (June 3, 2025). Kyiv: IPP NAAS. P. 109–110. [In Ukrainian]. https://doi.org/10.36495/TrybelSekun/IZR.2025.

5. Franielczyk-Piętyra B., Depa Ł., Węgierek P. (2019) Morphological and histological study of the forewing of *Aleyrodes proletella* (Linnaeus 1758) (Sternorrhyncha, Hemiptera) with a comparative analysis of forewings among Sternorrhyncha infraorders. *Zoomorphology*, 138(1). P. 321–333. https://doi.org/10.1007/s00435-019-00449-1.

БІЛОКРИЛКА КАПУСТЯНА В УКРАЇНІ: ПОШИРЕННЯ, ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ, КОНТРОЛЬ ЧИСЕЛЬНОСТІ

Ткаленко Ю. О.

microbiometod@ukr.net

Інститут захисту рослин НААН, Україна

Проаналізована динаміка поширення білокрилки капустяної (Aleyrodes proletella L.) в Україні на базі даних Держпродспоживслужби, літературних джерел і власних спостережень та досліджено еколого-біологічні особливості розвитку фітофагу у правобережному Лісостепу України, що дозволить своєчасно виявити появу на посівах, встановити терміни розвитку шкодочинних фаз і розробити ефективний комплекс заходів для контролю популяції, зменшуючи негативний вплив на овочеві агроценози і втрати урожаю.

УДК 632:001.8:004.8:005.94

НАУКОВІ ПІДХОДИ ЩОДО РОЗРОБКИ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ ДЛЯ БІОЛОГІЧНОГО ЗАХИСТУ РОСЛИН

Чернова І. С., кандидат технічних наук

bioischernova@ukr.net

Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН, Україна

У роботі обґрунтовано доцільність розробки експертних систем для біологічного захисту рослин; окреслено їхні функції та класифікацію; представлено дослідження, що складають основу для розробки таких систем.

Розроблення експертних систем обумовлено необхідністю підвищення ефективності процесів управління біологічним захистом рослин, що становить одну зі складових інженерно-технічного та наукового забезпечення біологізації сільськогосподарського виробництва України.

Метою роботи було визначення наукових підходів щодо розробки експертних систем для біологічного захисту рослин із використанням системного підходу.

Предметом дослідження є підтримка прийняття рішень для біологічного захисту рослин, зокрема цифровізація процесів управління виробництвом біологічних засобів захисту рослин. Нині цифровізація сільського господарства є однією з компонент підвищення ефективності виробництва сільськогосподарської продукції [1].

Основою стратегії експертних систем як інтелектуальних програмних засобів є знання фахівців у певній предметній галузі, які концентруються в базах знань та застосовуються для виконання поставлених завдань [2]. Основними функціями експертних систем є: отримання та представлення знань; управління процесом пошуку рішень; пояснення прийнятого рішення; прийняття рішень в умовах неповноти інформації та багатокритеріальної невизначеності [2, 3]. Вибір виду моделі представлення знань є функцією вимог, які висуваються до системи, що розробляється [4].

За типом задач, що вирішуються, експертні системи класифіковано на [5]:

– задачі аналізу (інтерпретація даних, діагностика);

– задачі синтезу (проєктування, планування);

– комбіновані задачі (моніторинг, прогнозування, навчання).

Основою розробки експертних систем для біологічного захисту рослин є реалізовані інтелектуальні алгоритми управління виробництвом ентомофагів в умовах лабораторного виробництва ентомофага бракон (*Habrobracon hebetor*), зокрема: класифікації якості ентомологічної продукції на основі нейронної мережі прямого поширення сигналу, керування якістю ентомологічної

продукції за допомогою системи нечіткого висновку типу Мамдані із використанням продукційних правил, вибору оптимальної стратегії управління виробництвом ентомофагів на базі методу аналізу ієрархій Т. Сааті, контролю якості ентомологічної продукції за допомогою нечіткої когнітивної карти [3].

Визначені наукові підходи конкретизують напрям досліджень стосовно розробки експертних систем для біологічного захисту рослин.

Перелік посилань

1. Юрчук Н. П., Кіпоренко С. С. Цифровізація сільського господарства: виклики і можливості для фермерських господарств. *Агросвіт*. 2024. № 19. С. 53–62. https://doi.org/10.32702/2306-6792.2024.19.53.

2. Кацадзе Т. Л. Експертні системи прийняття рішень в енергетиці: навч. посіб. Київ: ЛОГОС, 2014. 173 с.

3. Лисенко В. П., Болбот І. М., Лендєл Т. І., Наконечна К. В., Чернова І. С., Якименко І. Ю. Реалізовані алгоритми управління складними біотехнічними об’єктами: монографія. Київ: Ямчинський О.В., 2024. 440 с.

4. Глоба Л. С., Новогрудська Р. Л., Задоєнко Б. О. Онтологічна модель оцінки ефективності функціонування наукових установ. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління*. 2020. Вип. 45. С. 22–34. https://doi.org/10.26565/2304-6201-2020-45-03.

5. Месюра В. І., Яровий А. А., Арсенюк І. Р. Експертні системи. Част. 1. Навч. посіб. Вінниця: ВНТУ, 2006. 114 с.

SCIENTIFIC APPROACHES TO THE DEVELOPMENT OF EXPERT SYSTEMS FOR BIOLOGICAL PLANT PROTECTION

I. Chernova, PhD

bioischernova@ukr.net

Engineering and Technological Institute «Biotekhnika» of NAAS, Ukraine

The paper substantiates the feasibility of developing expert systems for biological plant protection; their functions and classification are outlined; research that forms the basis for the development of expert systems is presented.

УДК 579.64

ЗДАТНІСТЬ ГРИБІВ *CLADOSPORIUM CLADOSPORIOIDES* ПРОДУКУВАТИ БІОЛОГІЧНО АКТИВНІ РЕЧОВИНИ, ЯКІ ПОЗИТИВНО ВПЛИВАЮТЬ НА УРОЖАЙНІСТЬ СОЇ

Ярмак Ю. М.

incsm@ukr.net

Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, Україна

Досліджено вплив окремого і спільного застосування бактерій Bradyrhizobium japonicum M8 та культуральної рідини ендофітного гриба Cladosporium cladosporioides G у розведенні 1:1000 на симбіотичні показники й врожайність сої сорту «Арніка». Встановлено, що їхнє спільне застосування забезпечує найбільший вплив на врожайність культури.

Соя є однією з провідних зернобобових культур у світі, яка забезпечує людство високоякісним рослинним білком та олією. Успішне вирощування сої та реалізація її генетичного потенціалу тісно пов'язані з функціонуванням складної системи «рослина – ґрунт – мікроорганізми». Традиційно увага дослідників зосереджена на азотфіксувальних бактеріях роду *Bradyrhizobium*. Проте ризосфера та ризоплана сої заселені величезною кількістю інших мікроорганізмів, зокрема мікроскопічними грибами, роль яких у формуванні продуктивності культури вивчена недостатньо. У цій роботі досліджено вплив культуральної рідини представників роду *Cladosporium* на фізіолого-біометричні й симбіотичні показники сої.

Вплив на продуктивність рослин досліджували у вегетаційному та польовому дослідах на сої сорту «Арніка». За умов вегетаційного досліду рослини сої вирощували у вазонах місткістю 2 кг ґрунту. Як субстрат використовували дерново-середньопідзолистий супіщаний ґрунт із ділянки польового дослідження, який характеризувався вмістом гумусу 1,2 % (за Тюріним), рухомого азоту 5,0–6,0 мг/100 г ґрунту (за Тюріним і Кононовою), рухомого фосфору 11–12 мг/100 г ґрунту (за Чиріковим), обмінного калію 12–13 мг/100 г ґрунту (за Кірсановим); pH ґрунту становив 6,0. Насіння обробляли культуральною рідиною відібраного штаму гриба *Cladosporium cladosporioides* G, культивованого на синтетичному середовищі Роулена – Тома за pH = 6,4 упродовж 14 діб, та бульбочковими бактеріями *Bradyrhizobium japonicum* M8. Передпосівну обробку насіння здійснювали безпосередньо в день посіву. Вегетаційний дослід проведено у 5-кратній повторності, а польовий дослід – у 4-кратній.

Обидва досліди (польовий та вегетаційний) закладалися за єдиною методологічною схемою, яка включала чотири варіанти для виявлення як індивідуального ефекту факторів, так і їхньої можливої синергетичної взаємодії:

- контроль – передпосівна обробка насіння сої дистильованою водою;
- інокуляція насіння стандартним штамом *Bradyrhizobium japonicum* M8;
- обробка насіння культуральною рідиною гриба *C. cladosporioides* G у розведенні 1:1000;
- інокуляція насіння штамом бульбочкових бактерій *B. japonicum* M8 з одночасною обробкою насіння культуральною рідиною *C. cladosporioides* G у розведенні 1:1000.

Аналіз рослин здійснювали за загальноприйнятими методиками під час фази цвітіння [1]. Азотфіксувальну активність визначали ацетиленовим методом, що ґрунтується на відновленні ацетилену до етилену [2]. Вміст етилену у зразках визначали методом газової хроматографії на газовому хроматографі ChroZen GC. Результати обліку врожаю у польовому досліді отримано шляхом збирання зерна з облікової площі 1 м² та перераховано на гектар [3].

Аналіз отриманих результатів

Максимальне накопичення надземної маси зафіксовано за сумісного використання бактерій та культуральної рідини гриба – 1,66±0,02 г, що забезпечило приріст на 5,7 %. Окреме застосування також стабільно стимулювало цей показник: за дії чистих ризобіїв *B. japonicum* M8 маса сухої речовини становила 1,64±0,03 г (приріст 4,5 %), а за дії метаболітів гриба – 1,61±0,03 г (приріст 2,5 %). У контрольному варіанті накопичення сухої речовини було мінімальним і становило 1,57±0,05 г.

Висота рослин за інокуляції бактеріями *B. japonicum* M8 становила 35,4±0,4 см, що на 8,6 % (або на 2,8 см) вище порівняно з контрольним варіантом. Одночасна обробка (*B. japonicum* M8 + КР *C. cladosporioides* G) дещо поступалася чистій інокуляції, продемонструвавши результат 34,4±0,8 см (з перевищенням контролю на 5,5 %). Контрольні рослини мали найнижчі показники, а їхня висота становила 32,6±0,5 см.

Найбільшу кількість бульбочок (шт./рослина) зафіксовано за одночасної обробки *B. japonicum* M8 + КР *C. cladosporioides* G (1:1000) – 62±2 шт., що демонструє синергетичний ефект сумісного використання бактерій та культуральної рідини гриба.

Максимальну нітрогеназну активність (нмоль етилену/рослину/год) виявлено у варіанті з інокуляцією бактеріями *B. japonicum* M8 – 953±64 нмоль, що на 19 % вище порівняно з контролем (801±63 нмоль). Одночасна обробка також показала високий результат (911±51 нмоль), проте він дещо поступається чистій культурі бактерій.

За умов польового досліду найбільшу врожайність сої зафіксовано за одночасної обробки насіння *B. japonicum* M8 + КР *C. cladosporioides* G

(1:1000) – 2,57 т/га, що забезпечило максимальний приріст 14,7 % порівняно з контролем. Окреме застосування культуральної рідини забезпечило приріст 8,9 % порівняно з контролем.

Результати, одержані у вегетаційному досліді, корелюють із результатами польового досліду та свідчать про ефективність застосування метаболітів *Cladosporium cladosporioides* G у посівах сої.

Перелік посилань

1. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ: Нічлава, 2003. 316 с.

2. Hardy R. W. F., Burns R. C., Holsten, R. D. Application of the acetylene-ethylene assay for measurement of nitrogen fixation. *Soil Biol. Biochem*.1973. Vol. 5. P. 47 – 81.

3. FAO. Methodology for Estimation of Crop Area and Crop Yield under Mixed and Continuous Cropping Publication prepared in the framework of the Global Strategy to improve Agricultural and Rural Statistics. Itale, Rome, 2017. 88 p.

THE ABILITY OF *CLADOSPORIUM CLADOSPORIOIDES* FUNGI TO PRODUCE BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES THAT POSITIVELY AFFECT SOYBEAN YIELD

Y. Yarmak

incsm@ukr.net

Institute of Agricultural Microbiology and Agro-Industrial Production of NAAS, Ukraine

The effect of individual and combined application of Bradyrhizobium japonicum M8 bacteria and the culture liquid of the endophytic fungus Cladosporium cladosporioides G at a 1:1000 dilution on symbiotic parameters and yield of «Arnika» soybean variety was investigated. The combined application was found to have the most effective impact on soybean yield.

АНОТАЦІЇ ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ

Ярошевський В. П.
Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН: Витоки, сучасність та контури майбутнього

В огляді окреслено головні віхи становлення і розвитку Інженерно-технологічного інституту «Біотехніка» у XX–XXI ст. Наведено наукові розробки інституту, що мали суттєвий вплив на становлення сільськогосподарської науки. Описано сучасний стан установи та перспективи її розвитку.

Секція 1. Інженерне забезпечення біологізації землеробств

Адамчук В. В., Перепелиця Н. М.
Техніко-технологічне забезпечення екологізації землеробства в Україні

Систематизовано сучасні техніко-технологічні рішення для екологізації землеробства та обґрунтовано їхню функціональну роль у відновленні родючості ґрунтів, збереженні їхніх агрофізичних властивостей і реалізації екологічно безпечних технологій вирощування сільськогосподарських культур. Запропоновано структуру системи техніко-технологічного забезпечення екологізації землеробства та визначено перспективні напрями її розвитку на основі цифровізації, роботизації та інтеграції технологій точного землеробства.

Бельченко В. М., Булгаков В. М., Піщанська Н. О., Подмазко І. О.
Аналіз сучасних підходів до забезпечення абіотичних факторів

Визначено цілі адаптивних технологій. Сформовано основні елементи адаптивних технологій та вимоги до них. Показано переваги адаптивних технологій та виділено обмеження їхнього використання.

Беспалов І. М., Нікіпелова О. М., Ярошевська Ю. М., Русакова М. Ю.
Дослідження ключових індикаторів результативності для типової технології періодичної ферментації бактеріальних засобів захисту рослин

Як ключові індикатори результативності обрано та досліджено загальну концентрацію клітин у культуральній рідині через вимірювання оптичної щільності її зразків на універсальному мікропланшетному спектрофотометрі uQuant Bio-Tek з персональним комп'ютером і програмним забезпеченням BioTek Gen5 у ближньому інфрачервоному діапазоні спектру.

Доровських В. І., Должикова І. В., Ковальчук Д. А., Троханяк О. М.
Розроблення барботажного біореактора для виробництва мікробних препаратів для захисту рослин на базі парового стерилізатора ВК-75-01

Розглянуто питання модернізації парового стерилізатора ВК-75-01 для досліджень живильних та ферментаційних середовищ у зазначеній послідовності, а також створення автоклавної технічної системи на базі

барботажного біореактора для періодичних процесів напрацювання біопрепарату або інокуляту заданого титру.

Загороднюк К. Ю., Ніронович Н. І., Нікіпелова О. М., Загороднюк Ю. В., Скряга А. М., Іващенко Т. Г.
Природний біосорбер як елемент оборотного водопостачання

Обґрунтовано перспективність застосування природних біосорберів як елементу оборотного водопостачання. Показано можливість використання Miscanthus × giganteus як багатофункціонального складника природних біосорберів, що уможливлює енергетичну автономність та кліматичну нейтральність. Окреслено прикладні завдання в частині супроводу вирощування Miscanthus × giganteus на природних біосорберах.

Піщанська Н. О., Бельченко В. М., Подмазко І. О.
Встановлення рівню оптимальних і критичних параметрів для ключових абіотичних та біотичних факторів середовища, що впливають на життєздатність ентомокультур

Сформовано рекомендації стосовно системи автоматичного контролю та її ключових компонентів. Виділено основні екологічні фактори та їхні критичні межі для комах. Сформовано типові ознаки досягнення критичних меж.

Піщанський Є. А.
Модернізація та онлайн-доступ до бази даних *«Інтерактивна модель виробництва ентомокультур для захисту рослин»*: етап міграції даних завершено

Проєкт спрямований на модернізацію та онлайн-доступ до бази даних «Інтерактивна модель виробництва ентомокультур для захисту рослин». Оновлена система стане інтерактивною платформою, що поєднає наукові знання, практичний досвід та сучасні цифрові технології для підтримки біологічного захисту рослин та ентомологічних технологій.

Подмазко І. О., Піщанська Н. О., Бельченко В. М., Подмазко О. С.
Використання рекуперації та утилізації енергії у системах забезпечення абіотичних факторів

Розглянуто застосування рекуперації та утилізації теплоти у технологіях вирощування ентомокультур.

Сташевський В. М.
Системні засади інноваційного розвитку машинно-тракторного парку в контексті екологізації землеробства

Обґрунтовано концептуальний підхід до представлення машинно-тракторного парку рослинництва як відкритої динамічної техніко-виробничої системи. Визначено структуру системи, її основні підсистеми, ресурсні потоки, результати функціонування та екологічний зворотний зв'язок із земельним ресурсом. Запропонована модель дозволяє розглядати інноваційний розвиток

МТП не лише як оновлення технічних засобів, а як зміну способу функціонування всієї техніко-виробничої системи, спрямовану на підвищення ефективності виробництва та зниження техногенного навантаження на довкілля.

Чернова І. С.
Методологія проєктування спеціалізованих сільськогосподарських біоінженерних комплексів

У роботі розглянуто наукові основи розробки методології проєктування спеціалізованих сільськогосподарських біоінженерних комплексів для біологізації, екологізації та цифровізації сільськогосподарського виробництва. Результати досліджень є перспективними у процесах розвитку постіндустріальних інформаційних агротехнологій.

Ярошевський В. П., Беспалов І. М.
Розроблення блочно-модульної структури лабораторного ферментаційного комплексу для реалізації процесно-аналітичної технології у виробництві мікробіологічних засобів захисту рослин

Розроблено блочно-модульну структуру лабораторного ферментаційного комплексу у складі технологічних модулів ферментаційної установки та модуля автоматизованої системи наукових досліджень. Визначено основні техніко-технологічні рішення для ферментерів із циркуляційною, барботажною та механічною схемами перемішування. Обґрунтовано основні методи моніторингу параметрів та показників комплексу.

Ярошевський В. П., Ясинський С. П., Булгаков В. М.
Оптимізація системи терморегуляції біореактора АФ-0,170

Біореактор АФ-0,170 – ферментер-стерилізатор, основним призначенням якого є виробництво невеликих партій мікробних препаратів для захисту рослин у біолабораторіях та на невеликих біофабриках. У роботі представлено інженерні рішення щодо оптимізації системи терморегуляції біореактора, реалізація яких дасть змогу скоротити час охолодження поживного середовища після термічної стерилізації в 3–4 рази.

Секція 2. Масове культивування і використання фітофагів та ентомоакарифагів

Барабаш А. Д., Дундєва І. В.
Принципи НАССР у промисловому розведенні комах для виробництва кормів

Розглянуто впровадження системи Hazard Analysis and Critical Control Point у промисловому розведенні комах для виробництва кормів як обов'язкової умови для забезпечення безпеки кінцевого продукту. Наведено структуру та особливості застосування семи класичних принципів НАССР у цій галузі.

Баркар В. П., Голуб Є. А., Звонарьова С. М., Лубяна Л. М., Гурінчик В. Д.
Вплив біофунгіцидів на біологічні показники золотоочки звичайної (*Chrysopa carnea* Steph.)

Досліджено вплив 2% розчинів біофунгіцидів Планриз, Триходермін та Вітастим на розвиток золотоочки звичайної (Chrysopa carnea). Встановлено особливості виживання личинок, формування коконів та виходу імаго. Виявлено різний вплив препаратів залежно від стадії розвитку ентомофага, що є важливим для їхнього сумісного застосування в інтегрованому захисті рослин.

Делі О. Ф., Сугак І. М., Мацегора В. В., Петрик О. М., Ужевська С. П.
Видовий склад павуків агроценозів в умовах Південного Степу

Виявлено видовий склад павуків різних агроценозів у Південному Степу України. Встановлено відмінності у видовому складі павуків різних агроценозів. Павуків в агроценозах можна використовувати як ентомофагів та індикаторну групу.

Гаврилиця Л., Настас Т.
Застосування біологічно активних речовин для підвищення життєздатності ентомофага *Trichogramma*

Плідність Trichogramma pintoi (Voegele, 1982) становила 24,6 яйця на самку, тоді як у T. dendrolimi (Matsumura, 1926) цей показник дорівнював 23,0 яйця на самку. T. pintoi виявилася дещо плодючішою за T. dendrolimi. Частка відроджуваності для T. pintoi становила 90,3 %, а для T. dendrolimi – 88,5 %. Обидва види продемонстрували високий рівень відроджуваності, проте показники T. pintoi були дещо кращими. Рівень паразитування для T. pintoi становив 78,7 %, а для T. dendrolimi – 78,2 %.

Гладкая А. А., Настас Т.
Метод залучення та активації природних популяцій ентомофагів і запилювачів ряду *Hymenoptera* з метою польового розведення їх в агросистемі

Досліджено спосіб активації природних популяцій ентомофагів та запилювачів ряду Hymenoptera. Максимальна кількість гнізд одиночних бджіл (Megachilidae) була виявлена у штучних укриттях із темного пластику (70,8 %). Встановлено, що оптимальна стратегія методу активації ентомофагів полягає у поєднанні штучних сховищ із конвеєром безперервного цвітіння пряних рослин різних сімейств.

Глибичук К., Настас Т.
Вплив екстрактів із екскрементів та личинок *Galleria mellonella* на пошукову та овіпозиційну активність самок *Bracon hebetor* (Say, 1836)

Доведено, що біологічно активні речовини, екстраговані з екскрементів личинок Galleria mellonella, можуть розглядатися як важливі фактори регуляції взаємодії «хазяїн – ентомофаг» та мають значний прикладний потенціал для оптимізації стратегій біологічного контролю шляхом підвищення ефективності ентомофагічного паразитоїда Bracon hebetor.

Маркіна Т. Ю., Чернова І. С.
Нові підходи до застосування комах-інтродуцентів для зниження чисельності амброзії полинолистої (*Ambrosia artemisiifolia* L.)

Обґрунтовано новий підхід до біологічного контролю амброзії полинолистої (Ambrosia artemisiifolia L.), що передбачає штучне розведення комах-інтродуцентів та їхнє подальше масове використання. Розглянуто перспективи застосування фітофагів Ophraella communa, Zygogramma suturalis і Acontia candefacta для формування ефективного біологічного агенту та зниження чисельності амброзії.

Станкевич С. В.
Сучасний стан виробництва ентомофагів в Україні

Розглянуто сучасний стан виробництва ентомофагів в Україні. Відзначено головні організації, котрі нині є провідними в галузі біологічного захисту рослин. Проаналізовано проблеми і перспективи розвитку виробництва ентомофагів для відкритого і закритого ґрунту.

Ужевська С. П., Чернявський О. В., Бурикіна С. І., Жук М. М., Руденко В. А.
Стан герпетобію за різними системами захисту пшениці озимої від шкідників на одещині

За інтенсивного захисту спостерігалося зниження кількості таксонів і чисельності макрофауни, тоді як на мезофауну негативного впливу не зафіксовано. За використання технології no-till відзначали масове домінування Collembola. Найвищу чисельність макрофауни зареєстровано в системі органічного захисту, а за інтенсивного – вона була найнижчою. За таксономічним складом найподібнішими були комплекси інтегрованого та органічного захисту.

Секція 3. Виробництво та використання мікробних препаратів для біологізації землеробства

Глушаков В. В.
Біотехнологічні аспекти збереження життєздатності *Bacillus amyloliquefaciens* В-22 та *Paenibacillus polymyxa* КВ на гранулах азофоски

Досліджено збереженість штамів Bacillus amyloliquefaciens B-22 та Paenibacillus polymyxa КВ на гранулах азофоски за використання різних адгезійних речовин протягом 6 місяців. Встановлено високу пролонговану збереженість клітин B. amyloliquefaciens B-22 за введення до культури розчину ПБК, лігносульфату та поєднання біочар з альгінатом натрію.

Гунчак М. В.
Біологічний метод захисту яблуні проти парші

Встановлено, що досліджувані системи біологічного захисту яблуні в умовах Західного Лісостепу України показали досить високу ефективність дії проти

парші (64,5–74,8 %). Найвищу ефективність отримано за застосування біологічної системи захисту №3, а найнижчу – за застосування системи захисту №1. Урожайність плодів яблуні за застосування біологічних систем захисту становила 14,1–14,2 т/га.

Заєць С. О., Онуфран Л. І., Паращук Б. С.
Ефективність біологічного захисту ріпаку озимого від основних шкідників

Наведено результати досліджень ефективності біологічного інсектициду Діактаверм БТ у захисті ріпаку озимого від основних шкідників та впливу комплексу біологічних препаратів на морфометричні показники рослин у 2026 р. Встановлено, що середня технічна ефективність препарату проти основних шкідників становила 48,6 %, що сприяло формуванню найвищих показників маси рослини та кількості стручків.

Коваленко О. О., Нікіпелова О. М.
Перспективи застосування сорбентів на основі біочару для доочищення стічних вод виробництва мікробних біопрепаратів

В роботі обґрунтовано перспективність застосування біосорбентів на основі біочару для доочищення стічних вод виробництва біопрепаратів для захисту рослин. Показано, що такі біосорбенти можуть ефективно доочищати воду від органічних, біогенних і поверхнево-активних домішок. Покращення якості локально очищених стічних вод дозволить створити умови для повторного та більш раціонального водокористування на підприємстві.

Лобан Л. Л., Ольшевська Л. В., Скидан Л. В.
Об’єкти досліджень для оцінки впливу лабораторних ентомокультур на змінення властивостей продуцентів мікробних препаратів для захисту рослин

В останні десятиліття було проведено низку досліджень, що стосуються взаємодії лабораторних ентомокультур з мікроорганізмами, а також впливу цих взаємовідносин на біологічну мінливість штамів, пов’язану з їхніми агрономічно цінними властивостями. Застосування біологічних агентів мікробних препаратів, які пройшли «селекцію» завдяки лабораторним комахам, має зменшити використання хімічних пестицидів, що, в свою чергу, сприятиме збереженню екологічної рівноваги та покращенню якості сільгосппродукції.

Онищенко О. І., Семененко І. І., Семененко С. В., Чаюк О. О.
Розроблення методу оздоровлення посівного матеріалу овочевих рослин від грибних і бактеріальних хвороб

Досліджено методи оздоровлення насіннєвого матеріалу овочевих рослин (томат, перець, баклажан) від грибних і бактеріальних хвороб і стимуляції ростових процесів шляхом випробування біоформуляції на основі бактерій і грибів, їхній вплив на ростові процеси в насінні, енергію проростання, стартовий імунітет.

Патика М. В., Патика Т. І.
Принципи спрямованого конструювання полімікробних систем із використанням синергічної комплементарності ґрунтового мікробіому

Сучасний етап сільськогосподарської мікробіології вимагає переходу до раціонального інжинірингу полімікробних систем. На основі синергічної комплементарності ґрунтового мікробіому та функціонального потенціалу штамів Bacillus науково обґрунтовано архітектуру ефективних консорціумів, які забезпечують багатовекторну ростостимулювальну, супресивну, біопротекторну дію в агроценозах.

Пиляк Н. В.
Дослідження міжштамового антагонізму асоціації мікроорганізмів з нематоцидною активністю

З метою створення комплексного мікробного препарату для контролювання чисельності фітопаразитичних нематод з Колекції мікроорганізмів ІТІ «Біотехніка» НААН було відібрано штами з нематоцидною властивістю. Попередньо створено асоціацію мікроорганізмів з нематоцидною активністю. Для підсилення антигельмінтних властивостей створеної асоціації проведено серію дослідів з колекційними мікроорганізмами, які володіють спеціалізованими біологічними структурами і утворюють цільові метаболіти, що здатні пригнічувати або обмежувати популяцію шкодочинних фітонематод.

Семененко С. В., Романов В. О.
Ефективність систем оптимізації живлення батату за використання мікробних препаратів

Досліджено ефективність застосування мікробних препаратів у системі живлення батату в умовах Лівобережного Лісостепу України. Встановлено позитивний вплив препаратів на врожайність та біохімічні показники бульб. У 2025 р. найвищу врожайність отримано за застосування HelpRost для овочевих – 20,10 т/га, а найнижчий вміст нітратів (29,60 мг/кг) – за поєднання Гуміфренду з HelpRost.

Сергієнко В. Г., Сергієнко Ю. П., Тищук О. П., Титова Л. В.
Вплив біопрепаратів на розвиток рослин та ураженість сої хворобами

Досліджено розвиток рослин та ураженість сої хворобами за обробки насіння біологічними препаратами. Встановлено, що біопрепарати на основі бактерій родів Bacillus, Pseudomonas, Streptomyces та Bradyrhizobium japonicum проявляли стимулювальний вплив на схожість і ріст рослин та обмежували ураження сої в період вегетації інфекційними хворобами, зокрема альтернаріозом та пероноспорозом.

Худенко О. В., Козар С. Ф.
Якість і лежкість капусти білоголової за застосування *Azotobacter chroococcum* 2.1

Наведено результати польового досліду з інокуляції штамом Azotobacter chroococcum 2.1 шести гібридів капусти білоголової через краплинну фертигацію. Інокуляція підвищила лежкість у середньому на 3,9 доби, вміст сухої речовини і вітаміну С, а втрати маси при зберіганні знизила на 0,1 в. п. Найбільший ефект отримано у гібридів Професор і Сторідор на підвищеному фоні живлення.

Секція 4. Теоретичні та практичні аспекти біологізації землеробства

Васильєва Ю. В., Середа В. А.
Ентомофаги бобової попелиці на квасолі та вігні як чинник біологізації захисту рослин

Досліджено ентомофагів бобової попелиці на посівах квасолі та вігни. Встановлено строки заселення рослин попелицею, динаміку її чисельності та видовий склад природних ворогів. Зареєстровано 33 таксони ентомофагів. Зафіксовано, що їхня чисельність зростала після підвищення заселеності рослин попелицею понад три бали та сприяла її природному регулюванню за відносно низької чисельності фітофага.

Волощук Л.
Роль біопестицидів у зміцненні концепції «Єдине здоров'я»

Виходячи з загострення глобальних екологічних проблем та зростаючого впливу фітосанітарних агентів, впровадження концепції «Єдине здоров'я» є визнанням очевидного взаємозв'язку та взаємодії між здоров'ям людини, тварин, рослин, ґрунту та екосистеми. Паралельно з вирішенням проблем здоров'я біологічних утворень усіх компонентів, концепція також спрямована на подолання дисциплінарних особливостей шляхом ініціювання, сприяння та розширення міждисциплінарної та багатосекторальної співпраці, що зміцнює можливості вирішення проблем здоров'я. Вирішення фітосанітарних проблем може бути досягнуто шляхом розробки та застосування біопестицидів.

Донченко О. О.
Здатність ендофітного гриба *Phoma betae* 2015 продукувати фітогормональні речовини цитокінінової природи

Досліджено здатність ендофітного гриба Phoma betae 2015 продукувати біологічно активні речовини цитокінінової дії. Фітогормональну активність культуральної рідини гриба визначали за допомогою біологічного тесту на ізольованих сім'ядолях огірка Джерело. Встановлено прояв цитокінінової активності метаболітів P. betae 2015, яка залежала від розведення культуральної рідини гриба.

Дибкова С. М., Гончарук О. В., Грузіна Т. Г., Рєзніченко Л. С., Подольська В. І., Якубенко Л. М., Войтенко О. Ю., Грищенко Н. І., Ульберг З. Р.
Наночастинки металів як ефективні агрохімічні засоби захисту рослин

За допомогою методів «зеленого» синтезу синтезовано серію наночастинок срібла. Досліджені наночастинки у концентраційному діапазоні 1,5–30,0 мкг/мл за металом ефективно пригнічують ріст фітопатогенних бактерій. Показано, що синтезовані наночастинки срібла стимулюють проростання насіння сільськогосподарських культур. Отримані наночастинки металів є перспективними для впровадження в аграрну практику.

Гож О. А., Лавриненко Ю. О., Марченко Т. Ю.
Ефективність біопрепаратів у вирощуванні органічної кукурудзи за краплинного зрошення

У матеріалах висвітлені ефективні технологічні рішення у вирощуванні високого врожаю зерна гібридів кукурудзи за краплинного зрошення в сівозміні органічного виробництва.

Гулич О. І., Булгакова О. В.
Теоретично-методологічні засади оцінювання ефективності застосування біологічного методу захисту рослин

Узагальнено основні методологічні підходи та математичні моделі визначення економічної, екологічної і соціальної ефективності біологічного методу захисту рослин. Запропоновано структурну схему комплексної інтегральної оцінки ефективності біологічного методу захисту рослин.

Іордосопол О., Батку М.
Комплекс корисних членістоногих на американському ясені (*Fraxinus pennsylvanica* Marshall) у кліматичних умовах Молдови

Повідомляється про комплекс членистоногих регуляторів американської ясенової попелиці Prociphilus fraxinifolii в умовах кліматичних змін Республіки Молдова. Комплекс складався з хижаків 17 видів із 9 сімейств. Численними виявилися Anthocoris nemoralis, Syrphus balteatus, Harmonia axyridis і Chrysopa spp. У деформованому листі ясеня окрім попелиці були присутні види цикад із сімейства Flatidae.

Калюжна М. О.
Від окремих видів ентомофагів до функціональних мереж агроекосистем: сучасні напрями досліджень і пріоритети для України

Аналіз сучасних досліджень ентомофагів виявив перехід від вивчення окремих природних ворогів до функціональних трофічних і ландшафтних мереж. Ключові пріоритети для України охоплюють стандартизований моніторинг, таксономічну верифікацію, оцінювання сумісності з пестицидами, диверсифікацію оселищ і польові показники пригнічення шкідників.

Пархоменко М. М.
Біологізація систем удобрення культур у короткоротаційних сівозмінах Полісся за поєднання сидерації та мікробних препаратів

Вивчено вплив різних систем удобрення (органічної, мінеральної, органо-мінеральної, альтернативної) та мікробних препаратів на зміну показників родючості дерново-підзолистого супіщаного ґрунту за періодично промивного типу водного режиму, врожайність сільськогосподарських культур і продуктивність сівозмін.

Соломійчук М. П., Гаврилюк А. Т.
Ефективність біологічних систем захисту картоплі за контролю шкідників та хвороб

Застосування низки біопрепаратів під час вегетації сприяло контролю основних хвороб і шкідників картоплі та збереженню врожаю. Біологічні препарати та стимулятори росту, які проявили найвищу ефективність, використані для розробки схем захисту картоплі. Застосування системи біопрепаратів, яка включала 4-х разову послідовну обробку комбінаціями препарату стимулювальної природи Вітастим БТ з фунгіцидами БТ та хелатованими мікроелементами, забезпечила найкращий захист від хвороб. Найкращий захист від шкідників забезпечило застосування схеми біоінсектицидів, яка включала 4 послідовні обробки препаратами: перша – Бітоксибацилін БТ, СК (3,0 л/га); друга – Боверин БТ, СК (10,0 л/га); третя – Актофіт БТ, СК (3,0 л/га); четверта – Метаризин БТ, СК (3,0 л/га).

Ткаленко Г. М., Барабаш А. Д., Дундєва І. В.
Основні шкідники у посівах селери за сучасних умов господарювання

Вперше в умовах Центрального Лісостепу України встановлено видовий склад фітофагів в посівах селери листової і кореневої; визначено найбільш шкідливі види. Отримані результати проведених досліджень забезпечать своєчасне виявлення фітофагів і проведення комплексу захисних заходів проти них, що покращить екологічний стан овочевих агроценозів, дозволить відновити корисну ентомофауну до 45,0 % та одержати екологічно безпечну овочеву продукцію, збереження біорізноманіття для сталого розвитку сільського господарства.

Ткаленко Ю. О.
Білокрилка капустяна в Україні: поширення, особливості розвитку, контроль чисельності

Проаналізована динаміка поширення білокрилки капустяної (Aleyrodes proletella L.) в Україні на базі даних Держпродспоживслужби, літературних джерел і власних спостережень та досліджено еколого-біологічні особливості розвитку фітофагу у правобережному Лісостепу України, що дозволить своєчасно виявити появу на посівах, встановити терміни розвитку шкодочинних фаз і розробити ефективний комплекс заходів для контролю популяції, зменшуючи негативний вплив на овочеві агроценози і втрати урожаю.

Чернова І. С.
Наукові підходи щодо розробки експертних систем для біологічного захисту рослин

У роботі обґрунтовано доцільність розробки експертних систем для біологічного захисту рослин; окреслено їхні функції та класифікацію; представлено дослідження, що складають основу для розробки таких систем.

Ярмак Ю. М.
Здатність грибів *Cladosporium cladosporioides* продукувати біологічно активні речовини, які позитивно впливають на урожайність сої

Досліджено вплив окремого і спільного застосування бактерій Bradyrhizobium japonicum M8 та культуральної рідини ендофітного гриба Cladosporium cladosporioides G у розведенні 1:1000 на симбіотичні показники й врожайність сої сорту «Арніка». Встановлено, що їхнє спільне застосування забезпечує найбільший вплив на врожайність культури.

ABSTRACTS

Yaroshevsky V.
Engineering and Technological Institute «Biotekhnika» of NAAS: origins, present day and outlines of future

The review outlines the key milestones in the establishment and development of the Engineering and Technological Institute «Biotekhnika» of NAAS in the 20th and 21st centuries. It details the institute's scientific research, which has had a significant impact on the development of agricultural science. The institution current state and its prospects for future development are described.

Section 1. Engineering support of agriculture's biologization

Adamchuk V., Perepelytsia N.
Technical and technological support for the ecologization of agriculture in Ukraine

This paper systematizes modern technical and technological solutions for the greening of agriculture and substantiates their functional role in restoring soil fertility, preserving soil's agrophysical properties, and implementing environmentally safe crop cultivation technologies. A framework for the technical and technological support of the greening of agriculture is proposed, and promising directions for its development are identified based on digitalization, robotization, and the integration of precision farming technologies.

Belchenko V., Bulgakov V., Pishchanska N., Podmazko I.
Analysis of modern approaches to managing abiotic factors

The goals of adaptive technologies have been defined. The key elements of adaptive technologies and the requirements for them have been outlined. The advantages of adaptive technologies are demonstrated, and the limitations on their use are highlighted.

Bespalov I., Nikipelova O., Yaroshevska J., Rusakova M.
Study of key performance indicators for a typical batch fermentation process for bacterial plant protection agents

Total cell concentration in the culture medium was selected and investigated as a key performance indicator by measuring the optical density of samples in the near-infrared spectral range using a uQuant Bio-Tek universal microplate spectrophotometer equipped with a personal computer and BioTek Gen5 software.

Chernova I.
Methodology for designing specialized agricultural bioengineering complexes

The paper examines the scientific foundations of developing a methodology for designing specialized agricultural bioengineering complexes for the biologization, ecologization, and digitalization of agricultural production. The research results are promising in the development of post-industrial information agricultural technologies.

Dorovskykh V., Dolzhykova I., Kovalchuk D., Trokhaniak O.
Development of a bubble bioreactor for the production of microbial plant protection products based on a VK-75-01 steam sterilizer

The paper considers the issue of modernizing the VK-75-01 steam sterilizer for research on nutrient and fermentation media in a specified sequence, as well as the creation of an autoclave technical system based on a bubble bioreactor for batch processes of producing biopreparations or inoculants of a given titer.

Pishchanska N., Belchenko V., Podmazko I.
Determination of optimal and critical parameter levels for key abiotic and biotic environmental factors affecting the viability of insect cultures

Recommendations regarding the automatic control system and its key components have been formulated. The main environmental factors and their critical limits for insects have been identified. Typical signs indicating that critical limits have been reached have been defined.

Pishchanskyi Y.
Modernization and online access to the database «*Interactive Model of Entomoculture Production for Plant Protection*»: data migration stage completed

The project focuses on the modernization and online access of the database «Interactive Model of Entomoculture Production for Plant Protection» As the first stage of this work, the migration of data from the legacy MS Access system to a modern web-oriented database has been completed. The remaining stages of modernization are currently in progress.

Podmazko I., Pishchanska N., Belchenko V., Podmazko O.
Determination of optimal and critical parameter levels for key abiotic and biotic environmental factors affecting the viability of insect cultures

The application of heat recovery and utilization in entomoculture rearing technologies is examined.

Stashevsky V.
A conceptual model of the technical and production system of a machinery and tractor fleet in the context of the ecologization of agriculture

A conceptual approach to representing the crop production machinery and tractor fleet as an open, dynamic technical-production system is substantiated. The structure of the system, its main subsystems, resource flows, operational outcomes, and ecological feedback with land resources are identified. The proposed model allows for viewing the innovative development of the machinery and tractor fleet not only as the modernization of technical equipment but also as a change in the mode of operation of the entire technical-production system, aimed at increasing production efficiency and reducing the anthropogenic impact on the environment.

Yaroshevsky V., Bespalov I.
Development of a block-modular structure for a laboratory fermentation complex for process analytical technology in the production of microbiological plant protection products

A block-modular structure for a laboratory fermentation complex has been developed, consisting of the process modules of the fermentation unit and a module for an automated scientific research system. The main technical and technological solutions for fermenters with circulation, bubbling, and mechanical mixing schemes have been determined. The main methods for monitoring the complex's parameters and performance indicators have been substantiated.

Yaroshevsky V., Yasynskyi S., Bulgakov V.
Thermal regulation system optimization for bioreactor AF-0.170

The AF-0.170 bioreactor is a fermenter-sterilizer, developed for small batches of microbial pesticide manufacturing in biological laboratories and small-scale biofactories. The paper presents engineering solutions for thermal regulation system optimization of the bioreactor. Their implementation should reduce the cooling time of the nutrient medium following thermal sterilization in 3–4 times.

Zahorodniuk K., Nironovych N., Nikipelova O., Zahorodniuk Y., Skriaha A., Ivashchenko T.
Natural biosorbent as an element of recycled water supply system

Potential of natural biosorbers using as a component of recycled water supply systems was substantiated. The ability of Miscanthus × giganteus application as a multifunctional constituent of natural biosorbers, enabling energy autonomy and climate neutrality, was demonstrated. Applied tasks related to Miscanthus × giganteus cultivation on natural biosorbers are outlined.

Section 2. Phytophages and entomoacariphages mass rearing and usage

Barabash A., Dundeva I.
HACCP principles in the industrial breeding of insects for feed production

This paper examines the implementation of the HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) system in the industrial rearing of insects for feed production as a mandatory requirement for ensuring the safety of the final product. It outlines the structure and specific features of applying the seven classic HACCP principles in this industry.

Barkar V., Holub Y., Zvonarova S., Lubiana L., Gurinchik V.
Effect of biofungicides on biological parameters and development of the common green lacewing (*Chrysopa carnea* Steph.)

This paper examines the implementation of the HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) system in the industrial rearing of insects for feed production as a mandatory requirement for ensuring the safety of the final product. It outlines the structure and specific features of applying the seven classic HACCP principles in this industry.

Deli O., Suhak I., Matsehora V., Petryk O., Uzhevska S.
Species composition of spiders in agrocenoses of the Southern Steppe

The species composition of spiders in various agrocenoses of the Southern Steppe of Ukraine was identified. Differences in the species composition of spiders across different agrocenoses were revealed. Spiders in agrocenoses can be used as entomophages and an indicator group.

Gavrilita L., Nastas T.
Application of biologically active substances to enhance the vitality of the entomophagous *Trichogramma*

The fecundity of Trichogramma pintoi (Voegele, 1982) was 24.6 eggs/female, while that of T. dendrolimi (Matsumura, 1926) was 23.0 eggs/female. T. pintoi proved to be slightly more prolific than T. dendrolimi. The hatching rate for T. pintoi was 90.3 %, and for T. dendrolimi 88.5 %. Both species showed a high hatching rate; however, T. pintoi demonstrated a more favorable performance. The parasitism rate for T. pintoi was 78.7 %, and for T. dendrolimi 78.2 %.

Gladcaia A., Nastas T.
Method for attracting and activating natural populations of entomophages and pollinators of *Hymenoptera* order for their field propagation in the agroecosystem

We investigated a method for activating natural populations of hymenopteran entomophages and pollinators. The maximum number of solitary bee's nests were found in dark artificial shelters (70.8 %). It was established that the optimal strategy for the activation method involves the integration of artificial refugia with a conveyor system of continuous flowering provided by aromatic plants.

Glibiciuc C., Nastas T.
Influence of extracts from the excrements and larvae of *Galleria mellonella* on the host-seeking and oviposition activity of female *Bracon hebetor* (Say, 1836)

It has been demonstrated that biologically active substances extracted from the excrements of Galleria mellonella larvae can be considered important factors in regulating «host – entomophagy» interactions and have considerable potential for application in optimizing biological control strategies by enhancing the effectiveness of the entomophagous parasitoid Bracon hebetor.

Markina T., Chernova I.
New approaches to the use of introduced insects for reducing the abundance of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.)

The article substantiates a novel approach to the biological control of common ragweed (Ambrosia artemisiifolia L.), which involves the artificial rearing of introduced insect species and their subsequent mass release. The prospects of using the phytophagous species Ophraella communa, Zygogramma suturalis, and Acontia candefacta for developing an effective biological control agent and reducing ragweed abundance are considered.

Stankevich S.
Pilot fermentation unit for microbial pesticides production

The current state of entomophagic production in Ukraine is reviewed. The main organizations that are currently leading in the field of biological protection of plants are noted. The problems and prospects for the development of entomophagic production for open and closed soil are analyzed.

Uzhevska S., Chernyavskyi O., Burykina S., Zhuk M., Rudenko V.
Status of the herpetobiont community under organic, intensive, and integrated protection of winter wheat in the odesa region

Under intensive protection, there was a decrease in the number of taxa and the abundance of macrofauna; no negative impact was observed on mesofauna. When using no-till technology, massive dominance of Collembola occurred. The highest abundance of macrofauna was recorded under organic protection, while under intensive protection it was the lowest. In terms of taxonomic composition, the integrated and organic protection complexes were the most similar.

Section 3. Microbial preparation production for biologization of agriculture and their usage

Glushakov V.
Biotechnological aspects of *Bacillus amyloliquefaciens* B-22 and *Paenibacillus polymyxa* KV viability preservation on azofoska granules

The viability of Bacillus amyloliquefaciens B-22 and Paenibacillus polymyxa KV strains immobilized on Azofoska granules using various adhesive agents was investigated over a six-month period. High long-term viability of B. amyloliquefaciens B-22 cells was observed when the culture was supplemented with a PBK solution, lignosulfonate, or a combination of biochar and sodium alginate.

Hunchak M.
Biological method of protecting apple tree against scab

It was found that the studied systems of biological protection of apple trees in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine showed a fairly high efficiency of action against scab (64.5–74.8 %). The highest efficiency was obtained when using biological protection system №3, and the lowest efficiency when using protection system №1. The yield of apple fruits when using biological protection systems was 14.1–14.2 t/ha.

Khudenko O., Kozar S.
Quality and storability of white cabbage under application of *Azotobacter chroococcum* 2.1

Results of a field trial (2025) on inoculation of six white cabbage hybrids with Azotobacter chroococcum 2.1 via drip fertigation are presented. Inoculation increased storability by 3.9 days on average, as well as dry matter and vitamin C

content, while storage weight loss decreased by 0.1 percentage points. The largest effect was obtained in hybrids Professor and Storidor at the higher fertilizer level.

Kovalenko O., Nikipelova O.
Prospects for the use of biochar-based sorbents for polishing wasterwater from the production of mscrobial biopreparations

The prospects for using biochar-based for effluent polishing wastewater from the production of microbial biopreparations for plant protection are substantiated. Their potential for removing organic, nutrient and surfactant contaminants is demonstrated. Wastewater polishing can facilitate on-site water reuse and contribute to more rational use of water resources.

Loban L., Olshevska L., Skidan L.
Research objects for assessing the effect of laboratory insect cultures on changes in the properties of microorganisms used as producers of microbial plant protection products

In recent decades, a number of studies have been conducted on the interaction of laboratory entomological cultures with microorganisms, as well as the impact of these relationships on the biological variability of strains associated with their agronomically valuable properties. The use of biological agents of microbial preparations that have undergone «selection» thanks to laboratory insects should reduce the use of chemical pesticides, which in turn will contribute to preserving the ecological balance and improving the quality of agricultural products.

Onyshchenko O., Semenenko I., Semenenko S., Chaiuk O.
Development of a method for sanitation of vegetable seed material against fungal and bacterial diseases

Methods for the sanitation of vegetable seed material (tomato, pepper, and eggplant) against fungal and bacterial diseases, as well as for the stimulation of growth processes, were investigated. The study involved testing a bioformulation based on beneficial bacteria and fungi and evaluating its effects on seed growth processes, germination energy, and the development of initial plant immunity.

Patyka M., Patyka T.
Principles of directed design of polymicrobial systems using the synergistic complementarity of soil microbiome

The current stage of agricultural microbiology dictates a transition towards the rational engineering of polymicrobial systems. Based on the synergistic complementarity of the soil microbiome and utilizing the functional potential of Bacillus strains, the architecture of highly effective consortia has been scientifically substantiated. These engineered systems are designed to integrate into native microbiomes, providing multifaceted plant growth-promoting, suppressive, and comprehensive bio-protective action in modern agrocenoses.

Pyliak N.
Study of interstrain antagonism in a microorganism association with nematicidal activity

With the aim of developing a complex microbial preparation for controlling populations of phytoparasitic nematodes, strains possessing nematicidal properties were selected from the Collection of Microorganisms of the Engineering and Technological Institute «Biotekhnika» of NAAS, Ukraine. A microbial association with nematicidal activity was preliminarily established. To enhance the anthelmintic properties of the developed microbial association, a series of experiments was conducted using collection microorganisms possessing specialized biological structures and producing target metabolites capable of suppressing or limiting populations of harmful plant-parasitic nematodes.

Semenenko S., Romanov V.
Efficiency of sweet potato nutrition optimization systems using microbial preparations

The effectiveness of using microbial preparations in the sweet potato nutrition system was investigated under the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. A positive effect of the preparations on tuber yield and biochemical parameters was established. In 2025, the highest yield (20.10 t/ha) was obtained with the use of HelpRost for vegetables, while the lowest nitrate content (29.60 mg/kg) was achieved through the combination of Humifrend and HelpRost.

Sergiienko V., Sergiienko I., Tyshchuk O., Tytova L.
Influence of bioproducts on plant development and disease infection of soybean

This study investigated plant development and disease incidence in soybeans following seed treatment with biological agents. It was found that biological preparations based on bacteria of the genera Bacillus, Pseudomonas, Streptomyces, and Bradyrhizobium japonicum had a stimulating effect on plant germination and growth and limited the incidence of infectious diseases in soybeans, particularly Alternaria leaf spot and downy mildew, during the growing season.

Zaiets S., Onufran L., Parashchuk B.
Efficacy of biological protection of winter rapeseed against major pests

The paper presents research results on the efficacy of the biological insecticide Diaктaverm BT in protecting winter rapeseed against major pests, as well as the impact of a complex of biological preparations on plant morphometric parameters in 2026. It was determined that the average technical efficacy of the preparation against major pests was 48.6 %, which contributed to achieving the highest values for plant mass and the number of pods.

Section 4. Biologization of agriculture: theoretical and practical aspects

Chernova I.
Scientific approaches to the development of expert systems for biological plant protection

The paper substantiates the feasibility of developing expert systems for biological plant protection; their functions and classification are outlined; research that forms the basis for the development of expert systems is presented.

Donchenko O.
Ability of the endophytic fungus *Phoma betae* 2015 to produce phytohormonal substances of cytokinin nature

The ability of the endophytic fungus Phoma betae 2015 to produce biologically active substances with cytokinin activity was studied. The phytohormonal activity of the fungal culture liquid was determined using a bioassay on isolated cotyledons of the cucumber cultivar Dzherelo. Cytokinin activity of the metabolites of P. betae 2015 was established, and its manifestation depended on the dilution of the fungal culture liquid.

Dybkova S., Goncharuk O., Gruzina T., Rieznichenko L., Podolska V., Yakubenko L., Voitenko O., Gryshchenko N., Ulberg Z.
Metal nanoparticles as effective agrochemical means of plant protection

Silver nanoparticles were synthesized using «green» synthesis methods. The studied nanoparticles at a concentration of 1.5–30.0 μg/ml by metal effectively inhibit the growth of phytopathogenic bacteria. A stimulating effect of the synthesized silver nanoparticles on the germination of agricultural crop seeds was demonstrated. The obtained metal nanoparticles are promising for implementation in agricultural practice.

Hozh O., Lavrynenko Y., Marchenko T.
Efficacy of biological preparations in organic corn cultivation under drip irrigation

The materials highlight effective technological solutions for achieving high grain yields from maize hybrids under drip irrigation within an organic crop rotation system.

Hulych O., Bulgakova O.
Theoretical and methodological principles for evaluating the effectiveness of the biological method of plant protection

This paper summarises the main methodological approaches and mathematical models for determining the economic, environmental and social effectiveness of biological plant protection methods. A structural framework for a comprehensive, integrated assessment of the effectiveness of biological plant protection methods is proposed.

Iordosopol E., Batcu M.
Complex of beneficial arrhopods on american ash (*Fraxinus pennsylvanica* Marshall) in the climatic conditions of Republica Moldova

A complex of arthropod regulators of the American ash aphid Prociphilus fraxinifolii under climate change conditions in the Republic of Moldova is reported. The complex consisted of predators of 17 species from 9 families. Anthocoris nemoralis, Syrphus balteatus, Harmonia axyridis and Chrysopa spp. were found to be abundant. In

addition to aphids, cicada species from the Flatidae family were present in deformed ash leaves.

Kaliuzhna M.
From individual natural enemies to functional agroecosystem networks: recent research directions and priorities for Ukraine

Analysis of recent research on entomophagous insects revealed a shift from the study of individual natural enemies towards functional trophic and landscape networks. Key priorities for Ukraine include standardized monitoring, taxonomic verification, assessment of pesticide compatibility, habitat diversification, and field-based indicators of pest suppression.

Parkhomenko M.
Biologization of fertilization systems in short-term crop rotations of Polissia through the combination of green manuring and microbial preparations

The effects of different fertilization systems (organic, mineral, organo-mineral, and alternative) and microbial preparations on changes in the fertility indicators of soddy-podzolic sandy loam soil under a periodically leaching water regime, crop yields, and crop rotation productivity were studied.

Solomiychuk M., Gavriluck A.
Effectiveness of biological potato protection systems in pest and disease control

The use of a number of biological preparations during the growing season contributed to the control of the main potato diseases and the preservation of the crop. Biological drugs and growth stimulants that showed the highest efficiency were used for the development of potato protection schemes. The use of a system of biopreparations, which included 4 consecutive treatments with combinations of the stimulating nature drug Vitastim BT with BT fungicides and chelated microelements, provided the best protection against diseases. The best protection against pests was provided by the use of a bioinsecticide scheme, which included 4 consecutive treatments with drugs: the first – Bitoxibacillin BT, SC (3.0 l/ha); the second – Boverin BT, SC (10.0 l/ha); the third – Actofit BT, SC (3.0 l/ha); the fourth – Metarizin BT, SC (3.0 l/ha).

Tkalenko G., Barabash A., Dundeva I.
Major pests in celery crops under current farming conditions

For the first time in the Central Forest-Steppe region of Ukraine, the species composition of plant pests in leaf and root celery crops has been determined; the most harmful species have been identified. The results of these studies will ensure the timely detection of plant pests and the implementation of a comprehensive set of control measures against them, which will improve the ecological condition of vegetable agrocenoses, allow for the restoration of beneficial entomofauna, up to 45.0 %, and the production of environmentally safe vegetable products, as well as the preservation of biodiversity for the sustainable development of agriculture.

Tkalenko Y.
Cabbage whitefly in Ukraine: distribution, developmental features, and population control

The dynamics of the distribution of the cabbage whitefly (Aleyrodes proletella L.) in Ukraine were analyzed based on data from the State Service of Ukraine for Food Safety and Consumer Protection, literature sources, and original observations. Furthermore, the ecological and biological features of the development of this phytophage were investigated in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. This research will enable timely detection of the pest in field crops, establish the developmental timing of harmful life stages, and facilitate the development of an effective integrated management system to control the pest population, thereby mitigating adverse impacts on vegetable agrocenoses and reducing yield losses.

Vasylieva Y., Sereda V.
Entomophages of the black bean aphid on phaseolus and vigna as a factor in the biologization of plant protection

Entomophages of the black bean aphid were studied in crops of Phaseolus and Vigna. The timing of plant infestation by the aphid, its population dynamics, and the species composition of natural enemies were determined. A total of 33 entomophagous taxa were recorded. Their abundance increased after plant infestation by the aphid exceeded three points and contributed to its natural regulation at relatively low pest abundance.

Volosciuc L.
The role of biopesticides in strengthening the «One health» concept

Starting from the aggravation of global ecological problems and the increasing impact of phytosanitary agents, the implementation of the «One Health» concept represents a recognition of the obvious interconnection and interaction between human, animal, plant, soil and ecosystem health. In parallel with solving health problems of biological entities of all components, the concept is also aimed at overcoming disciplinary particularities by initiating, promoting and expanding interdisciplinary and multisectoral collaboration activities, which strengthens the capacities to solve health problems. Solving phytosanitary problems can be achieved through the development and application of biopesticides.

Yarmak Y.
The ability of *Cladosporium cladosporioides* fungi to produce biologically active substances that positively affect soybean yield

The effect of individual and combined application of Bradyrhizobium japonicum M8 bacteria and the culture liquid of the endophytic fungus Cladosporium cladosporioides G at a 1:1000 dilution on symbiotic parameters and yield of «Arnika» soybean variety was investigated. The combined application was found to have the most effective impact on soybean yield.

АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК АВТОРІВ

Адамчук В. В. 18, 190
Барабаш А. Д. 62, 177, 192, 199
Баркар В. П. 66, 193
Батку М. 162, 198
Бельченко В. М. 23, 37, 43, 190, 191, 191
Беспалов І. М. 26, 54, 190, 192
Булгаков В. М. 23, 58, 190, 192
Булгакова О. В. 157, 198
Бурикіна С. І. 94, 194
Васильєва Ю. В. 140, 197
Войтенко О. Ю. 150, 197
Волощук Л. 146, 197
Гаврилиця Л. 77, 193
Гаврилюк А. Т. 171, 199
Голуб Є. А. 66, 193
Гладкая А. А. 80, 193
Глибичук К. 84, 193
Глушаков В. В. 98, 194
Гончарук О. В. 150, 197
Гож О. А. 153, 198
Грищенко Н. І. 150, 197
Грузіна Т. Г. 150, 197
Гулич О. І. 157, 198
Гунчак М. В. 101, 194
Гурінчик В. Д. 66, 193
Делі О. Ф. 70, 193
Дибкова С. М. 150, 197
Должикова І. В. 30, 190
Донченко О. О. 147, 197
Доровських В. І. 30, 190
Дундєва І. В. 62, 177, 192, 199
Жук М. М. 94, 194
Загороднюк К. Ю. 34, 191
Загороднюк Ю. В. 34, 191
Заєць С. О. 105, 195
Звонарьова С. М. 66, 193
Іващенко Т. Г. 34, 191
Іордосопол О. 162, 198
Калюжна М. О. 167, 198
Коваленко О. О. 109, 195
Ковальчук Д. А. 30, 190
Козар С. Ф. 136, 196
Лавриненко Ю. О. 153, 198
Лобан Л. Л. 113, 195
Лубяна Л. М. 66, 193
Маркіна Т. Ю. 85, 194
Марченко Т. Ю. 153, 198
Мацегора В. В. 70, 193
Настас Т. 77, 80, 84, 193, 193, 193
Нікіпелова О. М. 26, 34, 109, 190, 191, 195
Ніронович Н. І. 34, 191
Ольшевська Л. В. 113, 195
Онищенко О. І. 118, 195
Онуфран Л. І. 105, 195
Паращук Б. С. 105, 195
Пархоменко М. М. 168, 198
Патика М. В. 122, 196
Патика Т. І. 122, 196
Перепелиця Н. М. 18, 190
Петрик О. М. 70, 193
Пиляк Н. В. 125, 196
Піщанська Н. О. 23, 37, 43, 190, 191
Піщанський Є. А. 41, 191
Подмазко І. О. 23, 37, 43, 190, 191
Подмазко О. С. 43, 191
Подольська В. І. 150, 197
Рєзніченко Л. С. 150, 197
Романов В. О. 128, 196
Руденко В. А. 94, 194
Русакова М. Ю. 26, 190
Семененко І. І. 118, 195
Семененко С. В. 118, 128, 195, 196
Середа В. А. 140, 197
Сергієнко В. Г. 132, 196
Сергієнко Ю. П. 132, 196
Скидан Л. В. 113, 195
Скряга А. М. 34, 191
Соломійчук М. П. 171, 199
Станкевич С. В. 89, 194
Сташевський В. М. 47, 191
Сугак І. М. 70, 193
Титова Л. В. 132, 196
Тищук О. П. 132, 196
Ткаленко Г. М. 177, 199
Ткаленко Ю. О. 184, 199
Троханяк О. М. 30, 190
Ужевська С. П. 70, 94, 193, 194
Ульберг З. Р. 150, 197
Худенко О. В. 136, 196
Чаюк О. О. 118, 195
Чернова І. С. 51, 85, 185, 192, 194, 200
Чернявський О. В. 94, 194
Якубенко Л. М. 150, 197
Ярмак Ю. М. 187, 200
Ярошевська Ю. М. 26, 190
Ярошевський В. П. 12, 54, 58, 190, 192, 192
Ясинський С. П. 58, 192

ALPHABETICAL INDEX OF AUTHORS

Adamchuk V. 18, 190
Barabash A. 62, 177, 192, 199
Barkar V. 66, 193
Batcu M. 162, 198
Belchenko V. 23, 37, 43, 190, 191, 191
Bespalov I. 26, 54, 190, 192
Bulgakov V. 23, 58, 190, 192
Bulgakova O. 157, 198
Burykina S. 94, 194
Chaiuk O. 118, 195
Chernova I. 51, 85, 185, 192, 194, 200
Chernyavskyi O. 94, 194
Deli O. 70, 193
Dolzhykova I. 30, 190
Donchenko O. 147, 197
Dorovskykh V. 30, 190
Dundeva I. 65, 179, 203, 209
Dybkova S. 150, 197
Gavrilita L. 77, 193
Gavriluck A. 171, 199
Gladcaia A. 80, 193
Glibiciuc C. 84, 193
Glushakov V. 98, 194
Goncharuk O. 150, 197
Gruzina T. 150, 197
Gryshchenko N. 150, 197
Gurinchik V. 66, 193
Holub Y. 66, 193
Hozh O. 153, 198
Hulych O. 157, 198
Hunchak M. 101, 194
Iordosopol O. 162, 198
Ivashchenko T. 162, 198
Kaliuzhna M. 167, 198
Khudenko O. 136, 196
Kovalchuk D. 30, 190
Kovalenko O. 109, 195
Kozar S. 136, 196
Lavrynenko Y. 153, 198
Loban L. 113, 195
Lubiana L. 66, 193
Marchenko T. 153, 198
Markina T. 85, 194
Matsehora V. 70, 193
Nastas T. 77, 80, 84, 193
Nikipelova O. 26, 34, 109, 190, 191, 195
Nironovych N. 34, 191
Olshevska L. 113, 195
Onyshchenko O. 118, 195
Onufran L. 105, 195
Parashchuk B. 105, 195
Parkhomenko M. 168, 198
Patyka M. 122, 196
Patyka T. 122, 196
Perepelytsia N. 18, 190
Petryk O. 70, 193
Pishchanska N. 23, 37, 43, 190, 191
Pishchanskyi Y. 41, 191
Podmazko I. 23, 37, 43, 190, 191
Podmazko O. 43, 191
Podolska V. 150, 197
Pyliak N. 125, 196
Rieznichenko L. 150, 197
Romanov V. 128, 196
Rudenko V. 94, 194
Rusakova M. 26, 190
Semenenko I. 118, 195
Semenenko S. 118, 128, 195, 196
Sereda V. 140, 197
Sergiienko I. 132, 196
Sergiienko V. 132, 196
Skidan L. 113, 195
Skriaha A. 34, 191
Solomiychuk M. 171, 199
Stankevich S. 89, 194
Stashevsky V. 47, 191
Suhak I. 70, 193
Tkalenko G. 177, 199
Tkalenko Y. 184, 199
Trokhaniak O. 30, 190
Tyshchuk O. 132, 196
Tytova L. 132, 196
Ulberg Z. 150, 197
Uzhevska S. 70, 94, 193, 194
Vasylieva Y. 140, 197
Voitenko O. 150, 197
Volosciuc L. 146, 197
Yakubenko L. 150, 197
Yarmak Y. 187, 200
Yaroshevska J. 26, 190
Yaroshevsky V. 12, 54, 58, 190, 192, 192
Yasynskyi S. 58, 192
Zahorodniuk K. 34, 191
Zahorodniuk Y. 34, 191
Zaiets S. 105, 195
Zhuk M. 94, 194
Zvonarova S. 66, 193

ПЕРЕЛІК ОРГАНІЗАЦІЙ – УЧАСНИКІВ КОНФЕРЕНЦІЇ

ГО «Фонд розвитку водоочисних технологій»
Україна, 02100, м. Київ, проспект Визволителів, 1

Державний біотехнологічний університет
Україна, 61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44

Дослідна станція карантину винограду і плодових культур Інституту захисту рослин НААН
Україна, 65049, м. Одеса, вул. Фонтанська дорога, 49

ДУ «Чернівецька фітосанітарна випробувальна лабораторія Держпродспоживслужби»
Україна, 58025, м. Чернівці, вул. Надрічна, 23Б

Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН
Україна, 67667, Одеська обл., Одеський р-н, селище Хлібодарське, вул. Маяцька дорога, 26

Інститут біоколоїдної хімії ім. Ф. Д. Овчаренка НАН
Україна, 03142, м. Київ, бул. Академіка Вернадського, 42

Інститут генетики, фізіології та захисту рослин Державного університету
Республіка Молдова, MD-2002, м. Кишинів, вул. Падурії, 20

Інститут захисту рослин НААН
Україна, 03022, м. Київ, вул. Васильківська, 33

Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН
Україна, 01054, м. Київ, вул. Богдана Хмельницького, 15

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН
Україна, 67667, Одеська обл., Одеський р-н, селище Хлібодарське, вул. Маяцька дорога, 24

Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН
Україна, 08631, Київська обл., Фастівський р-н, селище Глеваха, вул. Вокзальна, 11/1

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

Інститут овочівництва і баштанництва НААН
Україна, 62478, Харківська обл., Харківський р-н, селище Селекційне, вул. Інститутська, 1

Інститут садівництва НААН
Україна, 03027, Київська обл., Фастівський р-н, с. Новосілки, вул. Садова, 23

Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН
Україна, 14027, м. Чернігів, вул. Шевченка, 97

Корпорація «Енергоресурс-Інвест»
Україна, 79035, м. Львів, вул. Зелена, 131

Корпорація Науково-виробниче об'єднання «Технології захисту довкілля»
Україна, 04053, м. Київ, вул. Вознесенський узвіз, 10А

Лондонський університет Брунеля
Велика Британія, UB8 3PH, Аксбридж, Кінгстон Лейн

Національна академія аграрних наук
Україна, 01010, м. Київ, вул. Михайла Омеляновича-Павленка, 9

Національний університет біоресурсів і природокористування
Україна, 03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 15

Національний університет «Чернігівська політехніка»
Україна, 14030, м. Чернігів, вул. Шевченка, 95

Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН
Україна, 67667, Одеська обл., Одеський р-н, селище Хліборобське, вул. Маяцька дорога, 24

Одеський національний технологічний університет
Україна, 65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112

Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова
Україна, 65001, м. Одеса, вул. Всеволода Змієнка, 2

ТОВ «Дніпровський науково-технічний центр біоенергетики»
Україна, 51208, Дніпропетровська обл., м. Самар, вул. Гетьманська, 236

Українська науково-дослідна станція карантину рослин Інституту захисту рослин НААН
Україна, 60321, Чернівецька обл., Новоселицький р-н, с. Бояни, вул. Наукова, 1

Харківський національний педагогічний університет ім. Г. С. Сковороди
Україна, 61002, м. Харків, вул. Алчевських, 29

Чернівецький регіональний центр державної установи «Інститут охорони ґрунтів України»
Україна, 58013, м. Чернівці, вул. Героїв Майдану, 194-А

PARTICIPATING INSTITUTIONS LIST

Brunel University of London
The United Kingdom, UB8 3PH, Uxbridge, Kingston Lane

Chernihiv Polytechnic National University
Ukraine, 14030, Chernihiv, Shevchenko St., 95

Chernivtsi regional center of the state institution «Institute of Soil Protection of Ukraine»
Ukraine, 58013, Chernivtsi, Heroiv Maidanu St., 194-A

D. K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of NAS
Ukraine, 03143, Kyiv, Akademika Zabolotnogo St., 154

«Dnipro scientific and technical center of bioenergy» LLC
Ukraine, 51208, Dnipropetrovsk Region, Samar, Hetmanska St., 236

Corporation Energoresurs-Invest
Ukraine, 79035, Lviv, Zelena St., 131

Corporation «Research and production association «Evinronmental protection technologies»
Ukraine, 04053, Kyiv, Voznesenskyi Uzviz St., 10A

Engineering and Technological Institute «Biotekhnika» of NAAS
Ukraine, 67667, Odesa Region, Khlibodarske Village, Mayatska Road St., 26

GO «Foundation for development of water treatment technologies»
Ukraine, 02100, Kyiv, Heorhiya Narbuta Avenue, 1

F. D. Ovcharenko Institute of Biocolloidal Chemistry of NAS
Ukraine, 03142, Kyiv, Academician Vernadsky Blvd., 42

H. S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University
Ukraine, 61002, Kharkiv, Alchevskykh St., 29

I. I. Schmalhausen Institute of Zoology of NAS
Ukraine, 01054, Kyiv, B. Khmelnytskyi St, 15

Institute of Agricultural Microbiology and Agro-Industrial Production of NAAS
Ukraine, 14027, Chernihiv, Shevchenko St., 97

Institute of Climate-Smart Agriculture of NAAS
Ukraine, 67667, Odesa Region, Khlibodarske Village, Mayatska Road St., 24

Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection USM
Republic of Moldova, MD-2002, Chișinău, Pădurii str., 20

Institute of Horticulture of NAAS
Ukraine, 03027, Kyiv Region, Novosilky Village, Sadova St., 23

Institute of Mechanics and Automatics of Agroindustrial Production of NAAS
Ukraine, 08631, Kyiv Region, Glevakha Village, Vokzalna St., 11/1

Institute of Plant Protection of NAAS
Ukraine, 03022, Kyiv, Vasylkivska St., 33

Institute of Vegetable and Melon Growing of NAAS
Ukraine, 62478, Kharkiv Region, Selektsiyne Village, Instytutska St., 1

National University of Life and Environmental Sciences
Ukraine, 03041, Kyiv, Heroiv Oborony St., 15

Odesa I.I. Mechnikov National University
Ukraine, 65001, Odesa, Vsevoloda Zmiienka St., 2

Odesa National University of Technology
Ukraine, 65039, Odesa, Kanatnaya St., 112

Odesa State Agricultural Experimental Station of Institute of Climate-Smart Agriculture of NAAS
Ukraine, 67667, Odesa Region, Khlibodarske Village, Mayatska Road St., 24

Research station for quarantine of grapes and fruit crops of the Institute of Plant Protection of NAAS
Ukraine, 65049, Odesa, Fontanska Road St., 49

State Biotechnological University
Ukraine, 61002, Kharkiv, Alchevskikh St., 44

State Institution «Chernivtsi Phytosanitary Testing Laboratory of the State Service on Food and Consumer Protection»
Ukraine, 58025, Chernivtsi, Nadrichna St., 23B

The National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
Ukraine, 01010, Kyiv, Mikhail Omelyanovich-Pavlenko St., 9

Ukrainian Plant Quarantine Research Station of Institute of Plant Protection of NAAS
Ukraine, 60321, Chernivtsi Region, Boiany Village, Naukova St., 1

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

ІНФОРМАЦІЙНИЙ БЮЛЕТЕНЬ ІТІ «БІОТЕХНІКА» НААН

3

55 років досліджень Інженерно-технологічного інституту «Біотехніка»: досягнення і перспективи

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

м. Одеса, 22–23 вересня 2026 року

Електронне видання

Ум-друк. арк. 24,36.
Зам. № 2611-04.

Видавець ПП «Фенікс»
(Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 1044 від 17.09.02).
Україна, м. Одеса, 65009, вул. Зоопаркова, 25.
e-mail: fenix-izd@ukr.net






1:3
03.02.25
1:3
03.02.25
MDA
1:3
03.02.25



