

УДК 632.938.1:635.63:631.544.4

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.24>

БІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ОСНОВНИХ ХВОРОБ ОГІРКА В УМОВАХ ЗАХИЩЕНОГО ҐРУНТУ

Урсал В. В. – к. с.-г. н.,

доцент кафедри ботаніки та захисту рослин,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

orcid.org/0000-0002-8562-0406

Ходос Т. А. – д. філос.,

старший викладач кафедри ботаніки та захисту рослин,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

orcid.org/0000-0002-7744-1424

Культивування огірка в захищеному ґрунті супроводжується інтенсивним розвитком фітопатогенів, що здатні знижувати продуктивність на 30–50 %. Тепличні умови – підвищена вологість, обмежена вентиляція, висока щільність рослин – створюють сприятливе середовище для розвитку хвороб. Тривале застосування хімічних фунгіцидів формує резистентні популяції патогенів і накопичує залишки пестицидів у продукції. Через зростаючі вимоги до екологічної безпеки актуальним є використання біологічних систем захисту рослин.

Метою досліджень було вивчення впливу мікробіологічних препаратів різних груп, окремо та в комбінації, на розвиток основних фітопатологій огірка в плівкових теплицях Лісоstepу України (гібрид Піксор F1). Дослід проведено методом повної рандомізації з триразовим повторенням, включав 11 варіантів: контроль, хімічний еталон, три монопрепарати (*Trichoderma* spp., *Pseudomonas* spp., *Bacillus* spp.) та шість комбінованих схем для передпосівної обробки насіння і вегетаційних внесень.

Фітопатологічний моніторинг показав домінування пероноспорозу (40,2 %), борошністої роси (24,8 %) та ґрунтових патогенів (20,1 %). Бактеріальні збудники становили 9,9 %, інші патогени – 5,0 %. Монопрепарати знижували розвиток хвороб на 25–40 %, найефективнішим був *Pseudomonas aureofaciens* (ґрунтові патогени – 10 %, пероноспороз – 18 %, борошніста роса – 16 %). Комбіновані схеми були ще ефективнішими (на 15–20 % вище), оптимальна – *Trichoderma* перед посівом + *Pseudomonas* у вегетації, що знижувало розвиток ґрунтових патогенів до 7 %, пероноспорозу – до 9 %, борошністої роси – до 10 %, бактеріозів – до 3 %. Частка некондиційної продукції становила 14 %, близько до хімічного еталону (17 %).

Висока ефективність комбінованих систем пояснюється синергією механізмів: *Trichoderma* оздоровлює ризосферу через міколітичний паразитизм та конкурентне витіснення, *Pseudomonas* контролює аерогенні інфекції через продукування феназинів і сидерофорів, *Bacillus* пригнічує борошністу росу через ліпопептидні антибіотики. Комбіновані біологічні системи захисту можуть бути рекомендовані як екологічно обґрунтована альтернатива хімічним фунгіцидам у органічному та інтегрованому вирощуванні огірка.

Ключові слова: біологічний захист рослин, огірок, захищений ґрунт, мікробні антагоністи, фітопатогени.

Khodos T. A., Ursal V. V. Biological control of major cucumber diseases under protected cultivation

The cultivation of cucumbers in protected soil is accompanied by the intensive development of phytopathogens that can reduce productivity by 30–50 %. Greenhouse conditions – high humidity, limited ventilation, and high plant density – create a favorable environment for the development of diseases. The prolonged use of chemical fungicides leads to the formation of resistant populations of pathogens and the accumulation of pesticide residues in the produce.



© Урсал В. В., Ходос Т. А., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Given the increasing demands for environmental safety, the use of biological plant protection systems is becoming relevant.

The aim of the research was to study the effect of microbiological preparations from various groups, both separately and in combination, on the development of major cucumber phytopathologies in film greenhouses in the Forest-Steppe region of Ukraine (hybrid Pickscore F1). The study was conducted using a completely randomized design with three replications, including 11 variants: control, chemical standard, three mono-preparations (*Trichoderma* spp., *Pseudomonas* spp., *Bacillus* spp.), and six combined schemes for pre-sowing seed treatment and vegetative applications.

Phytopathological monitoring showed the dominance of downy mildew (40.2 %), powdery mildew (24.8 %), and soil pathogens (20.1 %). Bacterial pathogens accounted for 9.9 %, while other pathogens constituted 5.0 %. Mono-preparations reduced disease development by 25–40 %, with *Pseudomonas aureofaciens* being the most effective (soil pathogens – 10 %, downy mildew – 18 %, powdery mildew – 16 %). The combined schemes were even more effective (15–20 % higher), with the optimal combination being *Trichoderma* before sowing + *Pseudomonas* during vegetation, which reduced the development of soil pathogens to 7 %, downy mildew to 9 %, powdery mildew to 10 %, and bacterial diseases to 3 %. The share of non-standard produce was 14 %, close to that of the chemical standard (17 %).

The high effectiveness of combined systems can be explained by the synergy of mechanisms: *Trichoderma* improves the rhizosphere through mycolytic parasitism and competitive exclusion; *Pseudomonas* controls aerial infections through the production of phenazines and siderophores; *Bacillus* suppresses powdery mildew through lipopeptide antibiotics. Combined biological protection systems can be recommended as an environmentally justified alternative to chemical fungicides in organic and integrated cucumber cultivation.

Key words: biological plant protection, cucumber, protected cultivation, microbial antagonists, phytopathogens.

Постановка проблеми. Культивування огірка у тепличних господарствах характеризується високим ризиком епіфітотійного розвитку фітопатогенних мікроорганізмів. Специфічні умови закритого ґрунту – стабільно висока температура повітря, підвищений вміст вологи, обмежена циркуляція повітряних мас та концентроване розміщення рослинних організмів – створюють оптимальне середовище для активізації та масового поширення інфекційних агентів. Серед найнебезпечніших патосистем слід відзначити комплекс оомікозових, міцеліальних грибів та бактеріальних збудників, що здатні за короткий період знизити продуктивність насаджень на третину і більше.

Основними представниками патогенного комплексу виступають збудник несправжньої борошнистої роси *Pseudoperonospora cubensis*, що відноситься до класу ооміцетів, гриби-збудники справжньої борошнистої роси *Sphaerotheca fuliginea* та *Erysiphe cichoracearum*, широкий спектр ґрунтових фітопатогенів роду *Fusarium*, *Pythium* та *Rhizoctonia*, а також фітопатогенні бактерії *Pseudomonas syringae* pathovar *lachrymans*. Кожен з цих патогенів характеризується специфічними біологічними особливостями та вимагає диференційованого підходу до контролю.

Традиційна стратегія фітосанітарного захисту базується на систематичному використанні синтетичних фунгіцидних препаратів. Проте багаторічна практика інтенсивного застосування хімічних засобів виявила низку критичних недоліків даного підходу. Зокрема, фіксується формування резистентних штамів патогенів до діючих речовин фунгіцидів, акумуляція залишкових кількостей ксенобіотиків у рослинній продукції та субстратах, деградація корисної мікробіоти ризосферної зони. За умов зростаючих вимог споживачів до біологічної чистоти продукції та розширення сегменту органічного виробництва, пошук альтернативних екологічно орієнтованих методів захисту набуває особливої актуальності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Концепція біологічного контролю фітопатогенів базується на використанні живих мікроорганізмів, що виявляють антагоністичну активність щодо збудників хвороб. Науковий інтерес до застосування мікробних агентів захисту рослин сформувався ще у середині минулого століття, проте масштабне впровадження біопрепаратів у виробничу практику розпочалося лише в останні два-три десятиліття. Фундаментальні дослідження механізмів біоконтролю дозволили ідентифікувати найефективніші групи мікроорганізмів-антагоністів.

Грунтові міцеліальні гриби роду *Trichoderma* належать до найбільш вивчених агентів біологічного захисту. Детально описано багатокомпонентний механізм супресії фітопатогенів представниками даного роду [1, 4]. Встановлено, що *Trichoderma spp.* реалізують захисну функцію через прямий міколітичний паразитизм, конкурентне витіснення патогенів за живильні субстрати та простір, синтез антибіотичних метаболітів, а також індукцію системних захисних реакцій у рослинному організмі. Комплексність дії робить препарати на основі *Trichoderma* ефективними проти широкого спектру патогенів.

Значну увагу науковців привертають флуоресцентні бактерії роду *Pseudomonas*. Систематизовано дані щодо механізмів біоконтрольної активності псевдомонад [2, 3]. Ключовими факторами супресії патогенів виступають продукування вторинних метаболітів з антибіотичною активністю (феназини, піолотеорин, пірролінтрин), синтез сидерофорів – залізохелатуючих сполук, що обмежують доступність есенціального елемента для патогенів, а також секреція літичних ферментів та індукція системної резистентності через специфічні сигнальні каскади.

Ендоспорові бактерії роду *Bacillus* демонструють високу технологічність у виробництві біопрепаратів завдяки здатності формувати стійкі ендоспори. Описано різноманітність ліпопептидних антибіотиків, що продукуються *B. subtilis* і близькоспорідненими видами [3, 5]. Сімейства ітуринів, сурфактинів та фенгіцинів виявляють широкий спектр фунгіцидної та бактерицидної активності, діючи на цитоплазматичні мембрани клітин-мішеней.

Спеціалізовані дослідження ефективності біопрепаратів проти конкретних патосистем огіркових культур підтверджують перспективність даного напряму. Узагальнено світовий досвід застосування біологічних агентів проти *Botrytis* та інших некротрофних патогенів [6, 7]. Проаналізовано роль препаратів на основі *Bacillus* у системах інтегрованого захисту різних сільськогосподарських культур [8,9]. Експериментально підтверджено ефективність бактеріальних ізолятів проти *Rhizoctonia solani* на овочевих культурах [10], що свідчить про реальність практичного застосування біоагентів.

Постановка завдання. Попри значний масив експериментальних даних щодо ефективності окремих мікробних агентів захисту, проблема інтегрованого біологічного контролю комплексу патогенів залишається недостатньо розробленою. Більшість досліджень зосереджується на оцінці дії моноштамових препаратів проти одного-двох цільових патогенів, тоді як у виробничих умовах рослини піддаються одночасному впливу полікомпонентного патогенного комплексу. Теоретичні передумови та окремі експериментальні дані вказують на потенціал синергетичної взаємодії різних груп антагоністів, проте системні дослідження оптимальних комбінацій препаратів для специфічних умов захищеного ґрунту залишаються обмеженими.

Особливої уваги потребує питання технологічної інтеграції біологічних агентів у систему вирощування – визначення оптимальних точок застосування

(передпосівна обробка насіння, кореневі або позакореневі внесення), оптимізація поєднання різних препаратів на різних етапах онтогенезу культури. Недостатньо вивченими залишаються особливості динаміки патогенів під впливом комбінованих біологічних систем захисту впродовж повного вегетаційного циклу огірка в тепличних умовах. Тому метою роботи було встановлення закономірностей впливу мікробіологічних препаратів різних груп (на основі *Trichoderma spp.*, *Pseudomonas spp.*, *Bacillus spp.*) при їх роздільному та комплексному використанні на розвиток основних фітопатологій огірка в умовах плівкових теплиць, а також визначення найефективніших схем біологічного захисту.

Виклад основного матеріалу дослідження. Експериментальні дослідження здійснювали протягом вегетаційного сезону в тепличному комплексі, розташованому в зоні лісостепової агрокліматичної підзони України. Об'єктом досліджень виступав партенокарпічний гібрид огірка корнішонного типу раннього строку досягання Пікскор F1, який характеризується адаптованістю до умов закритого ґрунту. Культивування проводили на штучних торфо-ґрунтових субстратах з використанням систем краплинного мікрозрошення.

Експериментальна схема включала одинадцять варіантів обробки: абсолютний контроль без застосування захисних засобів, референтний варіант з використанням системних фунгіцидів хімічної природи, три варіанти моноприменення біологічних препаратів (Триходермін на основі *Trichoderma lignorum*, Псевдобактерін-2 на основі *Pseudomonas aureofaciens*, Фітоцид на основі *Bacillus subtilis*) з обробкою насіннєвого матеріалу та вегетуючих рослин, а також шість комбінованих схем із застосуванням різних препаратів для передпосівної обробки та вегетаційних внесень.

Фітопатологічний моніторинг здійснювали в чотири облікові терміни, що відповідали ключовим фенологічним фазам: початок вегетації (формування 2–3 справжніх листків), період адаптації після висаджування розсадного матеріалу, фаза початку генеративного періоду, завершення плодоношення. На кожному обліковому строку визначали ступінь поширеності патогенів (відсоток уражених рослин) та інтенсивність розвитку хвороби (ступінь ураження у балах з подальшим перерахунком у відсотки). Ідентифікацію збудників проводили за комплексом морфологічних та симптоматичних ознак згідно з визначниками фітопатогенних організмів.

Фітопатологічне обстеження контрольного насадження огірка без захисних заходів показало типовий для теплиць спектр збудників. У фазу активного плодоутворення, коли рослини зазнають максимального фізіологічного навантаження та створюються сприятливі умови для патогенів, ураженість рослин сягала 100 %.

Домінував збудник пероноспорозу – *Pseudoperonospora cubensis*, який становив 40,2 % фітопатологічного навантаження, завдяки високій вологості (85–90 %), перепадам температур та обмеженій вентиляції, які сприяють масовій споруляції. На другому місці були збудники справжньої борошнистої роси *Sphaerotheca fuliginea* та *Erysiphe cichoracearum* (24,8 %), які менш залежні від надлишкової вологості. Третю позицію займав комплекс ґрунтових патогенів корневих гнилей (20,1 %) – переважно *Fusarium oxysporum*, *Pythium spp.* та *Rhizoctonia solani*. Бактеріальні патогени, зокрема *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*, становили 9,9 %, а інші інфекційні агенти – 5,0 % (рис. 1).

Моніторинг розвитку інфекційних процесів на незахищених рослинах впродовж вегетаційного періоду (рис. 2) продемонстрував характерне для більшості патосистем поступове наростання інтенсивності ураження від початкових до завершальних фаз онтогенезу.

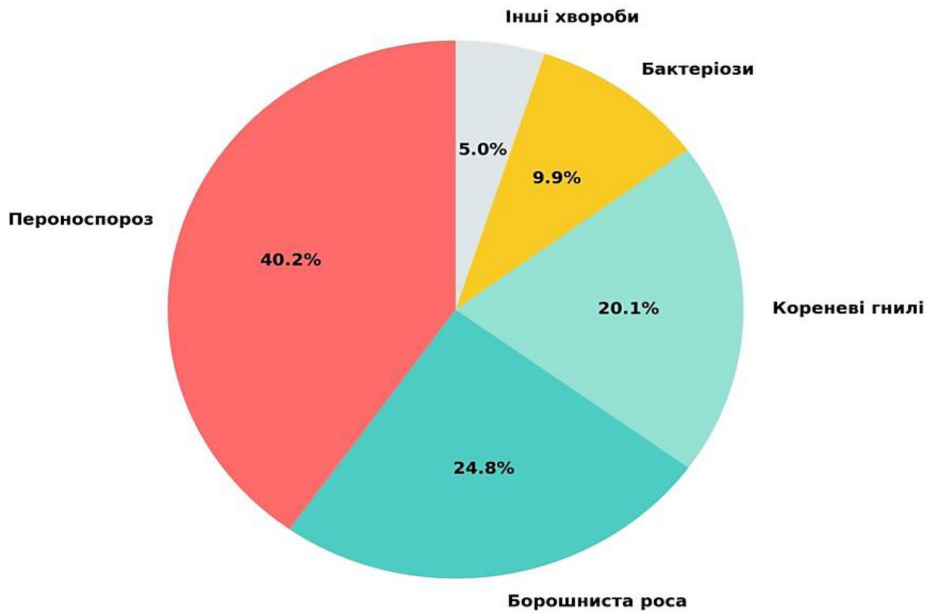


Рис. 1. Структура патогенного комплексу огірка у фазу плодоутворення

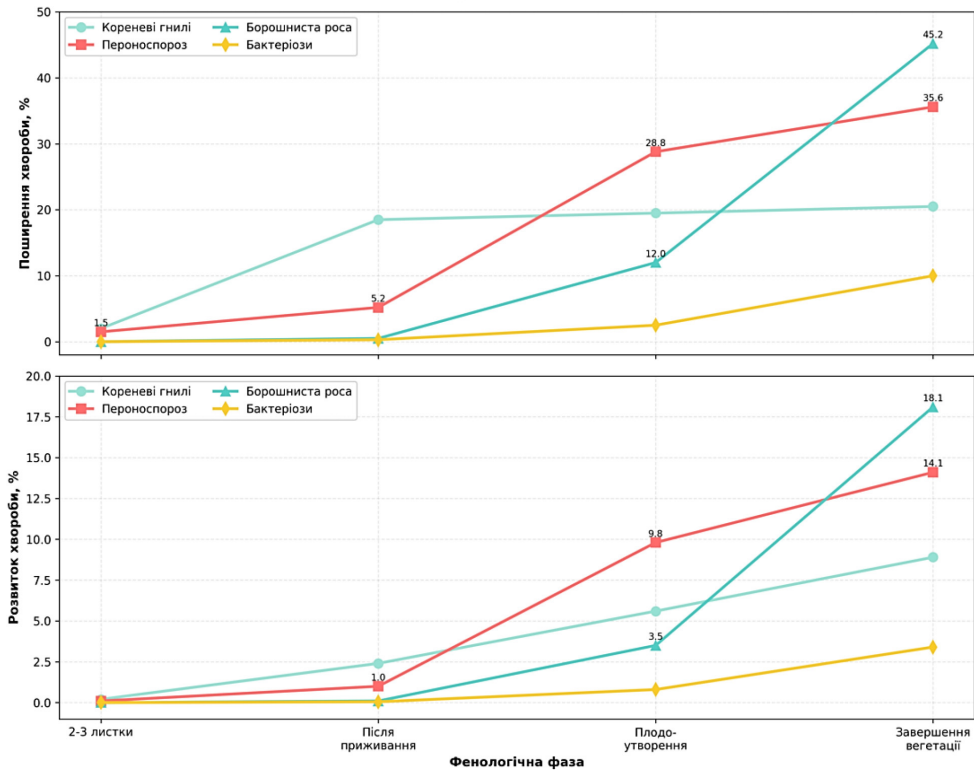


Рис. 2. Динаміка поширення та розвитку основних хвороб огірка за фазами вегетації

На початковій стадії вегетації фітосанітарна обстановка характеризувалася мінімальним інфекційним тиском. Виявлено лише початкові ознаки активності ґрунтових патогенів (2,0 % охоплення рослин при 0,2 % інтенсивності ураження) та поодинокі випадки інфікування оомікотом (1,5 % поширення, 0,1 % розвитку). Інші патогени на даному етапі не реєструвалися.

Адаптаційний період супроводжувався помітним зростанням патогенного навантаження. Ґрунтові патогени розповсюдилися на 18,5 % рослин з інтенсивністю 2,4 %, що демонструє десятикратне збільшення порівняно з попереднім обліком. Оомікот виявлено на 5,2 % рослин (1,0 % інтенсивності). Вперше зафіксовано появу справжньої борошнистої роси (0,5 %; 0,1 %) та бактеріальних патогенів (0,3 %; 0,05 %).

Фаза плодоутворення ознаменувалася різким зростанням усіх патологічних процесів. Несправжня борошниста роса досягла епіфітотійного рівня розвитку (28,8 % та 9,8 %), справжня борошниста роса активно прогресувала (12,0 % поширення, 3,5 % інтенсивності). Ґрунтові патогени продемонстрували помірне зростання поширення (19,5 %), але значне посилення інтенсивності ураження (5,6 %). Бактеріози також показали наростання (2,5 %; 0,8 %).

Завершальна фаза характеризувалася максимальними показниками розвитку всіх патологій. Справжня борошниста роса вийшла на перше місце за поширенням (45,2 %; 18,1 %), несправжня борошниста роса продовжила інтенсивний розвиток (35,6 %; 14,1 %), ґрунтові патогени охопили п'яту частину рослин (20,5 %) з інтенсивністю 8,9 %, бактеріози досягли 10,0 % поширення при 3,4 % розвитку.

Результати фітопатологічного моніторингу за різних варіантів захисту (табл. 1) продемонстрували істотну диференціацію рівня супресії патогенів залежно від застосованих засобів.

Референтний варіант з використанням системних фунгіцидів продемонстрував найвищий рівень супресії всіх груп патогенів: ґрунтові інфекції знижені до 6,0 %, пероноспороз – до 10,0 %, справжня борошниста роса – до 8,0 %, бактеріози – до 4,0 %. Частка некондиційної продукції становила 17 %, що більш ніж удвічі нижче контрольного рівня.

При моновикористанні біологічних агентів найефективнішим виявився препарат на основі *Pseudomonas*: розвиток ґрунтових патогенів утримувався на рівні 10,0 %, пероноспорозу – 18,0 %, справжньої борошнистої роси – 16,0 %, бактеріозів – 5,0 %. Препарати на основі *Trichoderma* та *Bacillus* демонстрували дещо нижчу ефективність, забезпечуючи 11–12 % розвитку ґрунтових інфекцій, 20–22 % пероноспорозу та 18–20 % справжньої борошнистої роси. Некондиція продукції у варіантах моновикористання коливалася в межах 16–18 %.

Комбіновані схеми застосування різних біологічних агентів виявилися суттєво ефективнішими порівняно з моновикористанням. Оптимальні результати отримано при поєднанні *Trichoderma* для передпосівної обробки та *Pseudomonas* для вегетаційних внесень: ґрунтові патогени – 7,0 %, пероноспороз – 9,0 %, справжня борошниста роса – 10,0 %, бактеріози – 3,0 %. Некондиційна продукція становила лише 14 %, що є мінімумом серед біологічних варіантів.

Інші комбіновані схеми також продемонстрували високу фітосанітарну ефективність. Поєднання з препаратом на основі *Bacillus* забезпечувало 8–9 % розвитку ґрунтових інфекцій, 11–13 % пероноспорозу, 11–13 % справжньої борошнистої роси та 4–5 % бактеріозів. Частка некондиції у цих варіантах перебувала на рівні 14–15 %.

Високу ефективність комплексних біологічних систем захисту можна пояснити комплементарністю механізмів супресії патогенів різними групами антагоністів.

Таблиця 1

Інтегральна оцінка фітосанітарного стану посівів огірка за різних систем захисту, % (усереднено за вегетацію)

Варіант обробки	Інтенсивність розвитку патологій				
	Ґрунтові патогени	Пероноспороз	Справжня б. роса	Бактеріози	Частка некондиції
Контроль	20,0	35,0	45,0	10,0	35
Апрон XL + Ридоміл (стандарт)	6,0	10,0	8,0	4,0	17
Триходермін	12,0	22,0	20,0	6,0	18
Псевдобактерін-2 (Респекта)	10,0	18,0	16,0	5,0	16
Фітоцид	11,0	20,0	18,0	5,0	17
Триходермін (насіння) + Псевдобактерін-2 (вегетація)	7,0	9,0	10,0	3,0	14
Триходермін (насіння) + Фітоцид (вегетація)	8,0	12,0	12,0	4,0	15
Псевдобактерін-2 (насіння) + Триходермін (вегетація)	9,0	15,0	14,0	5,0	16
Псевдобактерін-2 (насіння) + Фітоцид (вегетація)	8,0	11,0	11,0	4,0	14
Фітоцид (насіння) + Триходермін (вегетація)	9,0	13,0	13,0	4,0	15
Фітоцид (насіння) + Псевдобактерін-2 (вегетація)	8,0	12,0	12,0	4,0	14

Препарати на основі *Trichoderma spp.* забезпечують багатокomпонентний вплив на ґрунтові патогени завдяки гіперпаразитизму, конкурентному витісненню за поживні ресурси, продукуванню гідролітичних ферментів та синтезу антибіотичних метаболітів. Додатковим ефектом є індукція системної резистентності рослин через сигнальні каскади жасмонової та саліцилової кислот.

Антагоністична активність *Pseudomonas aureofaciens* реалізується переважно через продукування вторинних метаболітів, зокрема феназин-1-карбонової кислоти, а також сидерофорів, що обмежують доступність заліза для патогенів. Крім того, псевдомонади синтезують літичні ферменти та фітогормони, посилюючи загальну стійкість рослин.

Бактерії *Bacillus subtilis* продукують ліпопептидні антибіотики, які порушують цілісність цитоплазматичних мембран патогенів і зумовлюють їх загибель, проявляючи високу активність проти борошнистої роси та бактеріальних інфекцій.

Синергізм комбінованих схем зумовлений просторово-функціональною комплементарністю дії: *Trichoderma* формує захисний бар'єр у ризосфері, тоді як *Pseudomonas* і *Bacillus* під час вегетації ефективно колонізують філосферу, пригнічуючи аерогенні патогени. Це забезпечує комплексний захист рослини від кореневої системи до листового апарату.

Висновки. Патогенний комплекс огірка в умовах захищеного ґрунту представлений переважно пероноспорозом (40,2 %), справжньою борошнистою росою (24,8 %) та ґрунтовими патогенами (20,1 %), з максимальною інтенсивністю розвитку у період активного плодоутворення та наприкінці вегетації. Моновикористання мікробіологічних препаратів знижує розвиток хвороб на 25–40 %, при

цьому найвищу ефективність демонструє *Pseudomonas aureofaciens* (грунтові патогени – 10 %, пероноспороз – 18 %, борошниста роса – 16 %).

Комбіновані схеми застосування антагоністів є ефективнішими на 15–20 % і найбільш результативна з них поєднує *Trichoderma* для передпосівної обробки та *Pseudomonas* у вегетації, забезпечуючи зниження розвитку ґрунтових патогенів до 7 %, пероноспорозу – до 9 % і борошнистої роси – до 10 %, що наближається до ефективності хімічного захисту. Підвищена результативність комбінованих біологічних систем зумовлена синергізмом дії *Trichoderma*, *Pseudomonas* і *Bacillus*, що забезпечує комплексний захист рослин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Harman G. E., Howell C. R., Viterbo A., Chet I., Lorito M. *Trichoderma* species – opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews Microbiology*. 2004. Vol. 2. P. 43–56. DOI:10.1038/nrmicro797
2. Haas D., Défago G. Biological control of soil – borne pathogens by fluorescent pseudomonads. *Nature Reviews Microbiology*. 2005. Vol. 3. P. 307–319. DOI: 10.1038/nrmicro1129
3. Агроіндустрія закритого ґрунту: інновації та продуктивність, 2021. URL: <https://numl.org/Psy> (дата звернення: 16.01.2026).
4. Ursal V. V., Khodos T. A. Phytosanitary monitoring and integrated crop protection: today's challenges and ways to overcome them. *Ефективні системи захисту рослин як інструмент сталого розвитку аграрного сектору економіки та суспільства*: матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої Дню науки в Україні, 16 травня 2025 р. Херсон-Кропивницький : ХДАЕУ, 2025. С 76–79.
5. Dudchenko V., Markovska O., Mrinskyi I., Khodos T., Ursal V. Evaluation of the Effectiveness of a Biological Protection System for Greenhouse Cucumbers against Major Phytophagous Pests. *Journal of Ecological Engineering*. 2025. Vol. 26(12). Pp. 438–448. DOI: 10.12911/22998993/208881
6. Ongena M., Jacques P. *Bacillus* lipopeptides: versatile weapons for plant disease biocontrol. *Trends in Microbiology*. 2008. Vol. 16. P. 115–125. DOI: 10.1016/j.tim.2007.12.009
7. Урсал В. В., Ходос Т. А. Інноваційні технології внесення засобів захисту рослин. зб. матер.Міжнародної наук.-практ. конф. до 150-річчя створення ХДАЕУ, «Сучасні вектори розвитку аграрної науки» 17–18 вересня 2024 р. С. 128–131.
8. Grosch R., Faltin F., Lottmann J., Kofoet A., Berg G. Effectiveness of 3 antagonistic bacterial isolates to control *Rhizoctonia solani* Kühn on lettuce and potato. *Canadian Journal of Microbiology*. 2005. Vol. 51. P. 345–353. DOI: 10.1139/w05-002
9. Ходос Т. А. Біологічний захист рослин як стратегія збереження біорізноманіття та сталого розвитку агроєкосистеми. *Ефективні системи захисту рослин як інструмент сталого розвитку аграрного сектору економіки та суспільства*: матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої Дню науки в Україні, 16 травня 2025 р. Херсон-Кропивницький : ХДАЕУ, 2025. С. 114–117.
10. Jacobsen B. J., Zidack N. K., Larson B. J. The role of *Bacillus*-based biological control agents in integrated pest management systems. *Plant Disease*. 2004. Vol. 88. P. 156–168. DOI: 10.1094/PHYTO.2004.94.11.1272

Дата першого надходження статті до видання: 28.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026