

УДК 631.53:635.649:635.615:635.621:635.646
DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.33.15>

НЕСПРАВЖНЯ БОРОШНИСТА РОСА ОГІРКА ЗА БІОЛОГІЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВИРОЩУВАННЯ

ГУРІН М. В. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0009-0001-8270-4014

Інститут овочівництва і баштанництва
Національної академії аграрних наук України

СОЛДАТЕНКО О. В. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0009-0008-9981-2856

Інститут овочівництва і баштанництва
Національної академії аграрних наук України

ПИЛИПЕНКО Л. В. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-0353-6383

Інститут овочівництва і баштанництва
Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Несправжня борошниста роса або пероноспороз – хвороба викликана грибом ооміцетом *Pseudoperonospora cubensis* (Berkeley & Curtis) Rostov, є найнебезпечнішою та найшкідливішою листовою хворобою, що уражує посіви огірка у відкритому і захищеному ґрунті по всьому світі. В теплих та вологих умовах хвороба стрімко поширюється та може швидко знищити посіви [1–3]. Через варіації та мутації рас *Pseudoperonospora cubensis* стала найбільш руйнівною хворобою листя огірка у світі [4]. Це серйозне захворювання не тільки знижує якість та продуктивність рослин, але й призводить до значних економічних втрат у всіх регіонах вирощування [5]. В Україні і світі несправжня борошниста роса незмінно супроводжує посіви огірка і втрати урожаю від неї в окремі роки можуть сягати 50 % і навіть 100 % в роки епіфітотії [1, 6, 7].

На сьогоднішній день очевидна перспективність впровадження у виробництво складних (інтегрованих) систем, які розраховані на біологізацію захисту з переведенням її на еколого-економічну основу. Також використання стійких сортів (гібридів) у таких інтегрованих системах забезпечує найвищий економічний ефект [7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Захист рослин від хвороб і шкідників є одним із основних складових для отримання заданого рівня врожайності овочевих культур, особливо за органічного способу вирощування, де препарати діють не так ефективно. Органічні засоби захисту рослин здебільшого діють за двома схемами. Одні препарати не мають прямої вбивчої дії на збудників хвороб, але мають стимулюючу дію на імунну систему рослин, таким чином збільшуючи природну стійкість. Інші препарати представляють собою мікроорганізми або продукти їх життєдіяльності, які згубно впливають на збудників хвороб та є природними антагоністами, що стосується передусім грибів та бактерій [2, 9].

З ростом популярності органічного виробництва пов'язані численні дослідження дії біофунгіцидів на хвороби різних сільськогосподарських культур. На огірку вивчали дію різних засобів захисту рослин проти збудника несправжньої борошнистої роси, зокрема штамів бактерій та грибів *Bacillus subtilis*, *Trichoderma harzianum* [2, 9], *Trichoderma asperellum* штам Т34 [1], *Bacillus*

pumilis [9], *Aneurinibacillus migulanus white* [10], штами *Paenibacillus*, *Enterobacter*, *Streptomyces*, *Pseudomonas* [11–13], *Bacillus amyloliquefaciens* M27 [14], *Trichoderma viride*, *Gliocladium virens*, *Enterobacter cloacae*, сапрофітичний *Pythium olygandrum* [15].

В дослідженнях біофунгіцидів на огірку відмічається не тільки дія на патоген, а й позитивний вплив на вміст хлорофілу, пероксидази та поліфенолоксидази, а також на характеристики росту та розвитку, структуру врожаю: висоту рослин, число плодів на рослині, масу плоду та урожайність плодів огірка [1, 2, 9, 16].

Більшість авторів досліджень відмічають значний потенціал у контролі несправжньої борошнистої роси за використання біофунгіцидів на основі штамів грибів та бактерій. Але Uebbing M. R. et al. [17] зазначає, що біофунгіциди не були ефективними за високого рівня захворюваності, проте навіть в комбінації з середньо стійким сортом, вони можуть відігравати роль, коли захворюваність низька, та затримувати прогресування захворювання. Дослідження Sergiienko, V. G. et al. [13] показали ефективність біофунгіцидів на огірку у відкритому ґрунті на рівні 33 %. Подібні висновки робить і Georgieva O. A. et al. [15], зазначаючи, що за низьких значень ураження хворобами в посівах – до 10 %, ефект від п'ятикратного обприскування біопрепаратом становив 88 %. Тобто можна зробити висновок, що високої ефективності біофунгіцидів можна досягти використовуючи їх разом із сортами і гібридами, які мають природну стійкість не нижче середнього рівня. Крім того Sun, Z. et al. [11] спостерігали синергічний ефект інтеграції кількох агентів біологічного контролю або поєднання агентів біологічного контролю та синтетичних фунгіцидів. Також відмічена перспективність одночасного використання біофунгіцидів, та речовин загальної стимулюючої імунітет рослин дії, такі як гумати, калій фосфіт, гвоздикава та касторова олія тощо [1, 9, 18].

Мета. Оцінити вплив біологізованої системи удобрення та захисту огірка на поширеність та розвиток несправжньої борошнистої роси огірка та урожайність насіння.

Матеріали та методика досліджень. Дослід з вивчення біологізованої системи вирощування закладено за принципом смугового розміщення овочевих

рослин та бобово-злакових сумішей. Ширина смуг – 8,4 м; склад бобово-злакової суміші: яре тритикале (70 %) та віка ярова (30 %) з загальною нормою висіву 200 кг/га. Суміш чередувалась із посівами буряку столового та огірка. Досліди проводили на батьківських компонентах гібриду Касатік F_1 та сорту Джерело.

Система захисту рослин огірка включала проти комплексу хвороб використання у фертигацію, починаючи з першої кожні 25 днів, біофунгіциду Мікохелп (3 л/га); по вегетативній масі, кожен тиждень починаючи з фази справжнього листа, Фітохелп (2 л/га) в чергуванні з Фітоцид (3 л/га) + Липосам (1 л/га).

Мікохелп – сапрофітні гриби-антагоністи роду *Trichoderma*, живі клітини бактерій *Bacillus subtilis*, *Azotobacter chroococcum*, біологічно-активні продукти життєдіяльності мікроорганізмів-продуцентів. Загальне число життєздатних клітин мікроорганізмів не менше $1,0 \times 10^9$ КУО/см³.

Фітохелп – концентрована суміш живих природних бактерій *Bacillus velezensis* (*Bacillus subtilis*) не менше ніж $4,0 \times 10^9$ КУО/см³.

Фітоцид – живі природні бактерії *Bacillus subtilis* у концентрації не менше ніж $1,0 \times 10^9$ КУО/см³.

У огірка фітосанітарний стан оцінювався в різні фази розвитку. Визначали поширеність та інтенсивність розвитку хвороб, що дозволило визначити ефективність досліджуваних елементів. Дослідження проводились згідно з Методики випробування і застосування пестицидів 2001.

Поширеність хвороб (Р, %) обчислювали за кількістю здорових і уражених у пробі рослин за формулою:

$$P = \frac{100 \cdot n}{N},$$

де Р – поширеність хвороби, %;

n – кількість уражених рослин в пробі, шт.;

N – загальна кількість обстежених рослин в пробі, шт.

Ступінь ураження або інтенсивність розвитку хвороб (R, %) обчислювали за формулою:

$$R = \frac{100 \sum (a \cdot e)}{N \cdot k},$$

де R – інтенсивність розвитку хвороби;

$\sum (a \cdot e)$ – сума добутків числа обстежених рослин

(a) на відповідний бал інтенсивності ураження (e);

N – загальне число обстежених рослин, шт.;

k – вищий бал шкали обліку.

Результати досліджень. Фітосанітарні спостереження за насінницькими посівами огірка в період вегетації виявили ураження рослин несправжньою борошністою росою (збудник – гриб *Pseudoperonospora cubensis* Rostow).

Перші ознаки несправжньої борошністої роси 2021 року у формі кутастих мокнучих плям на поверхні листків проявилися у період масового цвітіння (перша декада липня). В подальшому вони жовтіли і покривали більшу половину листової поверхні. На початку другої декади липня (15.07) поширеність хвороби сягала від 11,8 % до 17,2 %, а розвиток хвороби – від 6,1 % до 9,0 % (табл. 1).

В середині третьої декади липня (25.07) поширеність хвороби зросла до 27,7–44,0 % при інтенсивності розвитку хвороби – 26,1–37,0 %. При цьому за біологізованої системи удобрення відмічено менший розвиток хвороби на всіх сортозразках огірка, а ніж при вирощуванні без добрив.

У 2023 році несправжня борошніста роса почала уражувати рослини наприкінці червня в період бутонізації жіночих квіток і початку цвітіння чоловічих квіток. Зараженню сприяв температурний режим та дощова погода з високою вологістю повітря.

Розвиток і поширеність несправжньої борошністої роси була суттєво більшою на варіанті без застосування органічних добрив.

На початку другої декади липня (15.07) поширеність хвороби на контрольному варіанті становила від 19,8 % у сорту Джерело до 25,6 % у сорту Касатік М, а розвиток хвороби – від 9,5 % у сорта Джерело до 11,2 % у сорту Касатік Б. За біологізованої системи удобрення найбільшу поширеність хвороби мав зразок Касатік М (14,2 %), найменшу – сорт Касатік Б (12,0 %). Найбільший розвиток хвороби був у сорту Джерело – 7,9 %, найменший – у сорту Касатік М (6,8 %) (табл. 1).

В середині третьої декади липня (25.07) поширеність хвороби на контролі зросла до 28,0–41,0 % при інтенсивності розвитку хвороби – 30,5–35,7 %. При цьому за біологізованої системи удобрення відмічено менший розвиток хвороби на всіх сортозразках огірка, а ніж при вирощуванні на контрольному варіанті без добрив.

На контрольному варіанті найбільшу поширеність хвороби мав сорт Касатік М (41,0 %), найменшу – сорт Касатік Б (28,0 %). Найбільший розвиток хвороби спостерігався у сорту Касатік М (35,7 %), найменший – у сорту Джерело (30,5 %).

За біологізованої системи удобрення найбільшу поширеність хвороби мав сорт Касатік М (14,2 %), найменшу – сорт Касатік Б (12,0 %). Найбільший розвиток хвороби спостерігався у сорту Джерело (35,7 %), найменший – у сорту Касатік М (6,8 %).

У 2024 році розвиток і поширеність несправжньої борошністої роси огірка був меншим на варіанті за біологізованої системи вирощування (табл. 1). Це стосувалось як першої дати спостереження – 15 липня, так і другої – 25 липня. На початку другої декади липня (15.07) поширеність хвороби сягала від 9,3 % до 10,7 %, а розвиток хвороби – від 5,2 % до 5,9 %. В середині третьої декади липня (25.07) поширеність хвороби зросла до 18,2–22,1 % при інтенсивності розвитку хвороби – 28,7–30,2 %. На контролі за першого обліку поширеність становила 10,8–12,6 %, за другого обліку – 35,0–39,0 %, за інтенсивності розвитку хвороби 15 липня 6,2–6,7 %, 25 липня – 30,0–35,1 %.

Найбільшу стійкість виявив сорт Касатік М, який мав найменші показники поширеності і інтенсивності розвитку хвороби і по датах обліку, і за варіантами досліду.

Біологізована система удобрення і захисту статистично суттєво збільшує урожайність насіння огірку за роки досліджень на 2,4–13,3 кг/га, хоча урожайність насіння огірка коливалась в залежності від року вирощування. Найбільшу урожайність за роки досліджень

Таблиця 1

Вплив біологізованої системи удобрення на ураження борошнистою росою рослин огірка, 2021, 2023, 2024 рр.

Сорти (фактор В)	Система удобрення (фактор А)							
	Контроль				Біологізована система			
	Поширеність, %		Розвиток хвороби, %		Поширеність, %		Розвиток хвороби, %	
	15.07	25.07	15.07	25.07.	15.07	25.07	15.07	25.07
2021								
Касатік Б	17,2	34,0	9,0	32,0	11,8	27,7	6,1	26,1
Касатік М	13,2	44,0	6,9	38,0	12,6	32,9	6,6	29,3
Джерело	16,4	35,0	8,5	34,2	11,8	28,2	6,1	27,8
2023								
Касатік Б	20,5	28,0	11,2	36,9	12,0	21,2	7,3	30,2
Касатік М	25,6	41,0	10,6	38,7	14,2	30,8	6,8	31,2
Джерело	19,8	32,0	9,5	36,5	13,5	23,6	7,9	30,3
2024								
Касатік Б	12,6	35,0	6,7	30,0	10,1	19,4	5,7	25,7
Касатік М	10,8	39,0	6,2	34,2	9,3	22,1	5,2	27,4
Джерело	12,1	37,0	6,5	35,1	10,7	18,2	5,9	29,2
$HIP_{0,5}$ для головних ефектів взаємодії	2,9/2,8/2,9	5,6/5,9/5,5	1,9/1,6/1,5	6,1/5,9/5,8	1,9/1,7/1,6	3,5/3,4/3,3	0,5/0,6/0,4	4,5/4,2/4,1
$HIP_{0,5}$ для фактора А	2,1/2,0/2,6	3,8/ 4,0/3,7	1,2/1,3/1,1	5,2/4,9/4,7	1,2/1,0/1,1	2,6/2,4/2,3	0,2/0,3/0,3	3,9/3,6/3,4
$HIP_{0,5}$ для фактора В та парних взаємодій	2,5/2,6/2,7	4,9/4,9/4,8	1,5/1,4/1,3	5,9/5,8/5,7	1,5/1,4/1,2	3,1/3,0/2,9	0,3/0,4/0,3	4,2/4,0/3,9

* - $HIP_{0,5}$ вказано за роками у форматі 2021/2023/2024 рр.

Таблиця 2

Урожайність насіння огірка за біологізованої системи удобрення кг/га, 2021–2024 рр.

Система удобрення	Роки				Середнє, т/га
	2021	2022	2023	2024	
Касатік б.ф.					
Біологізована	130,0	115,3	122,3	112,2	120,0
Контроль	125,0	112,9	117,2	100,5	113,9
Касатік м.ф.					
Біологізована	192,5	153,5	182,1	125,1	163,3
Контроль	198,2	148,3	168,8	113,7	157,3
Джерело					
Біологізована	156,7	166,8	160,5	108,6	148,2
Контроль	164,7	163,7	154,4	102,1	146,2
HIP _{0,05}	8,4	2,5	3,9	5,8	

мала материнська форма гібриду Касатік, сорт Джерело мав середній рівень врожайності, найменшу врожайність мала батьківська форма гібриду Касатік (табл. 2).

Як зазначають Г. І. Яровий, А. В. Кулешов та О. М. Батова [19], які проаналізували дані 1995–2005 рр., пероноспороз на огірку в умовах регіону проведення досліджень мав поширення у 9–55 % (у середньому за роками на рівні 27,8 %) при ступені ураження рослин 2–27 % (у середньому за роками на рівні 14,5 %), тобто поширеність несправжньої борошнистої роси протягом років наших досліджень не сягали максимальних значень, характерних для зони проведення досліджень.

В наших дослідженнях було використано біофунгіциди на основі гриба-антагоніста роду *Trichoderma*, бактерій *Bacillus subtilis*, *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus velezensis*. Дані таблиці 1 свідчать про ефективність

видів і штамів мікроорганізмів у боротьбі з несправжньою борошнистою росою огірка – поширеність і розвиток хвороби за біологізованої системи захисту були значно меншими, ніж на контрольному варіанті. Поширеність хвороби за біологізованої системи захисту була за роками на 6,3–18,8 % меншою, розвиток хвороби – на 4,3–8,7 %. Це підтверджує дані Sergiienko, V. G. et al. [13] і Georgieva O. A. et al. [15], які показали ефективність біофунгіцидів на огірку у відкритому ґрунті.

Можна припустити, що використання біофунгіцидів з різними видами і штамми мікроорганізмів спричиняють синергічний ефект, що спостерігалось і в дослідженнях Sun, Z. et al. [11]. Однак таке твердження потребує додаткових досліджень.

За багаторічними даними врожайність насіння огірка 150–250 кг/га [20] Отримана врожайність насіння

огірка на рівні 120,0–163,3 кг/га дозволяє стверджувати, що досліджені компоненти гібриду Касатік F_1 та сорт Джерело володіють як мінімум середньою генетичною стійкістю до несправжньої борошнистої роси і є цілком придатні до вирощування в органічних системах землеробства, про що зазначав Uebbing M.R. et al. [17].

Висновки. Результати вивчення показали, що застосування біологізованої системи вирощування із використанням препаратів Мікохелп, Фітохелп і Фітоцид знижує поширеність і розвиток бактеріальної плямистості і несправжньої борошнистої роси огірка за роками 6,3–18,8 %, розвиток хвороби – на 4,3–8,7 %. Найбільшу стійкість показав сорт Касатік М. Отримана врожайність насіння огірка на рівні 120,0–163,3 кг/га свідчить про придатність досліджених зразків до вирощування в системах органічного землеробства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Abdelfatah A., Mazrou Y. S. A., Arafa R. A. et al. Control of cucumber downy mildew disease under greenhouse conditions using biocide and organic compounds via induction of the antioxidant defense machinery. *Sci Rep.* 2025. Vol. 15, 11705. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-81643-0>
2. Núñez-Palenius H. G., Orosco-Alcalá B. E., Espitia-Vázquez I., Olalde-Portugal V., Hoflack-Culebro M., Ramírez-Santoyo L. F., Ruiz-Aguilar G. M. L., Cruz-Huerta N., Valiente-Banuet J. I. Biological Control of Downy Mildew and Yield Enhancement of Cucumber Plants by *Trichoderma harzianum* and *Bacillus subtilis* (Ehrenberg) under Greenhouse Conditions. *Horticulturae*. 2022. Vol. 8(12):1133. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8121133>
3. Jhansirani N., Devappa V., Sangeetha C. G., Sridhara S., Shankarappa K. S., Mohanraj M. Identification of Potential Phytochemical/Antimicrobial Agents against *Pseudoperonospora cubensis* Causing Downy Mildew in Cucumber through In-Silico Docking. *Plants*. 2023. Vol. 12(11):2202. <https://doi.org/10.3390/plants12112202>
4. Zhuo D., Zicheng Z., Yane S., Yahang L., Xiaobing M., Haonan C. Molecular genetic basis of resistance to downy mildew in cucumber and melon. *Journal of Plant Pathology*. 2024. Vol. 106(2). P. 499–506. <https://doi.org/10.1007/s42161-024-01602-6>
5. Han-cheng Wang, Ming-guo Zhou, Jian-xin Wang, Chang-jun Chen, Hong-xia Li, Hai-yan Sun Biological Mode of Action of Dimethomorph on *Pseudoperonospora cubensis* and Its Systemic Activity in Cucumber. *Agricultural Sciences in China*. 2009. Vol. 8, Issue 2. P. 172–181. [https://doi.org/10.1016/S1671-2927\(09\)60025-0](https://doi.org/10.1016/S1671-2927(09)60025-0)
6. Довідник з питань захисту овочевих і баштанних рослин від шкідників, хвороб та бур'янів / За ред. Г. І. Ярового. Харків : Плеяда. 2006. С. 58–62.
7. Бондаренко С. В., Станкевич С. В. Поширеність і шкідливість основних захворювань огірків та імунітет культури. Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. Сільськогосподарські науки. 2021. Вип. 118. С. 21–38. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.4>
8. Fernández J. A., Ayastuy M. E., Belladonna D. P., Comezaña M. M., Contreras J., de Maria Mourão I., Orden L., Rodríguez R. A. Current Trends in Organic

Vegetable Crop Production: Practices and Techniques Horticulturae. 2022, 8(10), 893. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8100893>

9. Mohamed A., Hamza A., Derbalah, A. Recent approaches for controlling downy mildew of cucumber under greenhouse conditions. *Plant Protection Science*, 52(1), 2016. P. 1–9. <https://doi.org/10.17221/63/2015-PPS>.
10. Schuster C., Schmitt A. Efficacy of a bacterial preparation of *Aneurinibacillus migulanus* against downy mildew of cucumber (*Pseudoperonospora cubensis*). *Eur J Plant Pathol* 151, 2018. P. 439–450, <https://doi.org/10.1007/s10658-017-1385-4>
11. Sun Z., Yu S., Hu, Y., Wen Y. Biological Control of the Cucumber Downy Mildew Pathogen *Pseudoperonospora cubensis*. *Horticulturae* 2022. №8. P. 410. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8050410>
12. Subba R., Mathur P. Functional attributes of microbial and plant based biofungicides for the defense priming of crop plants. *Theor. Exp. Plant Physiol.* 34, 2022. P. 301–333. <https://doi.org/10.1007/s40626-022-00249-x>
13. Sergiienko V. G., Tkalenko, G. M., Borzykh O. I., Shita O. V. Biocontrol of vegetable crop diseases using bacillus subtilis-based preparations. *International Science Journal of Engineering & Agriculture*, 3(3), 2024. P. 61–72. <https://doi.org/10.46299/j.isjea.20240303.06>
14. Min-Jeong Kim, Yong-Ki Kim, So-Hyang Park, Jong-Ho Park, Sung-Jun Hong, Chang-Ki Shim Control of Cucumber Powdery Mildew Using Resistant Cultivars and Organic Agricultural Materials. *J. Microbiol. Biotechnol.* 2025. Vol. 35: e2409030. <https://doi.org/10.4014/jmb.2409.09030>
15. Georgieva O. A., Georgiev G. A. Biological control of diseases on main vegetables – researches and practice in maritsa vegetable crops institute. *Acta Hort.* 2009. 830. P. 511–518. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.830.73>
16. Чаюк О. О. Імунологічна характеристика колекційного матеріалу огірка за стійкістю до несправжньої борошнистої роси в умовах захищеного ґрунту. Наукові доповіді НУБіП України, № 4 (80), 2019. С. 1–10. <https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.04.003>.
17. Uebbing M. R., Hayden Z. D., Hausbeck M. K. Conventional and Biopesticide Fungicides for Cucurbit Downy Mildew Control on Cucumber in Michigan Plant Health Progress 2024. 25:1, P. 9–18. <https://doi.org/10.1094/PHP-03-23-0024-RS>.
18. Самсій О. В., Мілкус Б. Н. Вплив Ріверму на прояв хвороб та якість продукції огірка в умовах Біляївського району Одеської області. Аграрний вісник Причорномор'я. Випуск 76. 2015. С. 76–81.
19. Яровий Г. І., Кулешов А. В., Батова О. М. Шляхи удосконалення метеопатологічного методу прогнозування хвороб рослин. Вісник ХНАУ. Серія «Фітопатологія та ентомологія». 2010. № 1. С. 115–120.
20. Довідник з насінництва овочевих і баштанних культур / [за ред. О. Я. Жук і В. П. Роїка]. Київ: Аграрна наука, 2002. – 90 с.

REFERENCES:

1. Abdelfatah, A., Mazrou, Y. S. A., Arafa, R. A. et al. (2025) Control of cucumber downy mildew disease under greenhouse conditions using biocide and organic

- compounds *via* induction of the antioxidant defense machinery. *Sci Rep*. Vol. 15, 11705. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-81643-0>
2. Núñez-Palenius, H. G., Orosco-Alcalá, B. E., Espitia-Vázquez, I., Olalde-Portugal, V., Hoflack-Culebro, M., Ramírez-Santoyo, L. F., Ruiz-Aguilar, G. M. L., Cruz-Huerta, N., Valiente-Banuet, J. I. (2022). Biological Control of Downy Mildew and Yield Enhancement of Cucumber Plants by *Trichoderma harzianum* and *Bacillus subtilis* (Ehrenberg) under Greenhouse Conditions. *Horticulturae*, 8(12), 1133. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8121133>
 3. Jhansirani, N., Devappa, V., Sangeetha, C. G., Sridhara, S., Shankarappa, K. S., Mohanraj, M. (2023). Identification of Potential Phytochemical/Antimicrobial Agents against *Pseudoperonospora cubensis* Causing Downy Mildew in Cucumber through In-Silico Docking. *Plants*, 12(11), 2202. <https://doi.org/10.3390/plants12112202>
 4. Zhuo, D., Zicheng, Z., Yane, S., Yahang, L., Xiaobing, M., Haonan, C. (2024) Molecular genetic basis of resistance to downy mildew in cucumber and melon. *Journal of Plant Pathology*. Vol. 106(2). P. 499–506. <https://doi.org/10.1007/s42161-024-01602-6>
 5. Han-cheng Wang, Ming-guo Zhou, Jian-xin Wang, Chang-jun Chen, Hong-xia Li, Hai-yan Sun (2009). Biological Mode of Action of Dimethomorph on *Pseudoperonospora cubensis* and Its Systemic Activity in Cucumber. *Agricultural Sciences in China*. Vol. 8, Issue 2. P. 172–181. [https://doi.org/10.1016/S1671-2927\(09\)60025-0](https://doi.org/10.1016/S1671-2927(09)60025-0)
 6. Dovidnyk z pytan zakhystu ovochevykh i bashtannykh roslyn vid shkidnykh, khvorob ta burianiv (2006). [Handbook on the protection of vegetable and melon plants from pests, diseases and weeds] / Za red. H. I. Yarovocho. Kharkiv: Pleiada. S. 58–62. [in Ukrainian].
 7. Bondarenko S. V., Stankevych S. V. (2021). Poshyrenist i shkidlyvist osnovnykh zakhvoriuvan ohirkiv ta imunitet kultury [Prevalence and harmfulness of the main diseases of cucumbers and crop immunity]. *Tavriyskiy naukovi visnyk: Naukovi zhurnal. Silskohospodarski nauky*. 2021. Vyp. 118. S. 21–38. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.4/>
 8. Fernández, J. A., Ayastuy, M. E., Belladonna, D. P., Comezafía, M. M., Contreras, J., de Maria Mourão, I., Orden, L., Rodríguez, R. A. (2022). Current Trends in Organic Vegetable Crop Production: Practices and Techniques. *Horticulturae*, 8(10), 893. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8100893>
 9. Mohamed, A., Hamza, A., & Derbalah, A. (2016). Recent approaches for controlling downy mildew of cucumber under greenhouse conditions. *Plant Protection Science*, 52(1), 1–9. <https://doi.org/10.17221/63/2015-PPS>
 10. Schuster, C., Schmitt, A. (2018) Efficacy of a bacterial preparation of *Aneurinibacillus migulanus* against downy mildew of cucumber (*Pseudoperonospora cubensis*). *Eur J Plant Pathol* 151, 439–450. <https://doi.org/10.1007/s10658-017-1385-4>
 11. Sun, Z., Yu, S., Hu, Y., & Wen, Y. (2022). Biological Control of the Cucumber Downy Mildew Pathogen *Pseudoperonospora cubensis*. *Horticulturae*, 8(5), 410. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8050410>
 12. Subba, R., Mathur, P. (2022). Functional attributes of microbial and plant based biofungicides for the defense priming of crop plants. *Theor. Exp. Plant Physiol.* 34, 301–333. <https://doi.org/10.1007/s40626-022-00249-x>
 13. Sergiienko, V. G., Tkalenko, G. M., Borzykh O. I., & Shita, O. V. (2024). Biocontrol of vegetable crop diseases using bacillus subtilis-based preparations. *International Science Journal of Engineering & Agriculture*, 3(3), 61–72. <https://doi.org/10.46299/j.isjea.20240303.06>
 14. Min-Jeong Kim, Yong-Ki Kim, So-Hyang Park, Jong-Ho Park, Sung-Jun Hong, Chang-Ki Shim (2025). Control of Cucumber Powdery Mildew Using Resistant Cultivars and Organic Agricultural Materials. *J. Microbiol. Biotechnol.* Vol. 35: e2409030. <https://doi.org/10.4014/jmb.2409.09030>
 15. Georgieva, O. A., Georgiev, G. A. (2009). Biological control of diseases on main vegetables – researches and practice in Maritsa vegetable crops institute. *Acta Hort.* 830. P. 511–518. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.830.73>
 16. Chaiuk O. O. (2019). Imunolohichna kharakterystyka kolektsiinoho materialu ohirka za stiikistiu do nespravzhnoi boroshnystoi rosy v umovakh zakhyshchenoho gruntu [Immunological characteristics of cucumber collection material for resistance to downy mildew in protected soil conditions]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*, № 4 (80). S. 1–10. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.04.003>
 17. Uebbing, M. R., Hayden, Z. D., & Hausbeck, M. K. (2023). Conventional and Biopesticide Fungicides for Cucurbit Downy Mildew Control on Cucumber in Michigan. *Plant Health Progress*. <https://doi.org/10.1094/PHP-03-23-0024-RS>
 18. Samsii, O. V., Milkus, B. N. (2015). Vplyv Rivermu na proiav khvorob ta yakist produktsii ohirka v umovakh Biliaivskoho raionu Odeskoi oblasti [The effect of Riverm on the manifestation of diseases and the quality of cucumber products in the conditions of the Bilyaiv district of the Odessa region]. *Ahrarnyi visnyk Prychornomoria*. Vypusk 76. S. 76–81. [in Ukrainian].
 19. Yarovyi, H. I., Kulieshov, A. V., Batova, O. M. (2010). Shliakhy udoskonalennia meteopatolohichnoho metodu prohnozuvannia khvorob roslyn [Ways to improve the meteopathological method of predicting plant diseases]. *Visnyk KhNAU. Seriya "Fitopatolohiia ta entomolohiia"*. № 1. S. 115–120. [in Ukrainian].
 20. Dovidnyk z nasinnytstva ovochevykh i bashtannykh kultur (2002). [Handbook on seed production of vegetable and melon crops] / [za red. O. Ya. Zhuk i V. P. Roika]. Kyiv : Ahrarna nauka. 90 s. [in Ukrainian].

Гурін М. В., Солдатенко О. В., Пилипенко Л. В.
Несправжня борошниста роса огірка за біологізованої системи вирощування

Мета. Оцінити вплив біологізованої системи удобрення та захисту огірка на поширеність та розвиток несправжньої борошнистої роси огірка та урожайність насіння. **Методи.** Дослід з вивчення біологізованої системи вирощування закладено за принципом смугового розміщення овочевих рослин та бобово-злакових сумішей. Суміш чередувалась із посівами буряку столового та огірка. Досліди проводили на батьківських компонентах гібриду Касатік F_1 та сорту Джерело. Система

захисту рослин огірка включала проти комплексу хвороб використання у фертигацію, починаючи з першої кожні 25 днів, біофунгіциду Мікохелп (3 л/га); по вегетативній масі, кожен тиждень починаючи з фази справжнього листа, Фітохелп (2 л/га) в чергуванні з Фітоцид (3 л/га) + Липосам (1 л/га). Визначали поширеність та інтенсивність розвитку несправжньої борошнистої роси та урожайність насіння. **Результати.** Застосування біологізованої системи вирощування із використанням препаратів Мікохелп, Фітохелп і Фітоцид знижує поширеність і розвиток бактеріальної плямистості і несправжньої борошнистої роси огірка за роками на 6,3–18,8 %, розвиток хвороби – на 4,3–8,7 %. Найбільшу стійкість показав сорт Касатік М. Отримана врожайність насіння огірка на рівні 120,0–163,3 кг/га свідчить про придатність досліджених зразків до вирощування в системах органічного землеробства. Біологізована система захисту статистично суттєво збільшує урожайність насіння огірку за роки досліджень на 2,4–13,3 кг/га. Найбільшу урожайність за роки досліджень мала материнська форма гібриду Касатік, сорт Джерело мав середній рівень врожайності, найменшу врожайність мала батьківська форма гібриду Касатік. **Висновки.** Поширеність несправжньої борошнистої роси протягом років наших досліджень не сягали максимальних значень, характерних для зони проведення досліджень. Застосування препаратів Мікохелп, Фітохелп і Фітоцид на огірку статистично достовірно знижувало прояв хвороби і дозволило отримати достатній рівень урожаю насіння.

Ключові слова: пероноспороз, біофунгіцид, урожай насіння, поширеність хвороби, біопрепарат, стійкість.

Gurin M. V., Soldatenko O. V., Pylypenko L. V.
Powdery mildew of cucumber under biologized growing system

Purpose. To assess the impact of a biologized system of cucumber fertilization and protection on the prevalence

and development of cucumber powdery mildew and seed yield. **Methods.** The experiment to study the biologized cultivation system was based on the principle of strip placement of vegetable plants and legume-cereal mixtures. The mixture was alternated with table beet and cucumber crops. The experiments were conducted on the parental components of the Kasatik F1 hybrid and the Dzherelo variety. The cucumber plant protection system included the use of the biofungicide Mycohelp (3 l/ha) in fertigation, starting from the first every 25 days, against a complex of diseases; on vegetative mass, every week starting from the true leaf phase, Phytohelp (2 l/ha) alternated with Phytocide (3 l/ha) + Liposam (1 l/ha). The prevalence and intensity of downy mildew development and seed yield were determined. **Results.** The use of a biological cultivation system with the use of Mikohep, Fitohep, and Fitozid preparations reduces the prevalence and development of bacterial spot and downy mildew in cucumbers by 6.3–18.8 % over the years, and the development of the disease by 4.3–8.7 %. The Kasatik M variety showed the greatest resistance. The obtained cucumber seed yield of 120.0–163.3 kg/ha indicates the suitability of the studied samples for cultivation in organic farming systems. The biological protection system statistically significantly increases cucumber seed yield by 2.4–13.3 kg/ha over the years of research. The highest yield over the years of research was obtained by the maternal form of the Kasatik hybrid, the Dzherelo variety had an average yield, and the lowest yield was obtained by the paternal form of the Kasatik hybrid. **Findings.** The prevalence of downy mildew during our research years did not reach the maximum values characteristic of the research area. The use of Mikohep, Fitohep, and Fitozid on cucumbers statistically significantly reduced the manifestation of the disease and allowed us to obtain a sufficient level of seed yield.

Key words: peronosporosis, biofungicide, seed yield, disease prevalence, biological product, resistance.

Дата першого надходження рукопису до видання: 29.10.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 28.11.2025

Дата публікації: 14.12.2025