



УДК 632:631:582.93  
DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.16.2026.2>

### ФОРМУВАННЯ ФІТОПАТОГЕННОГО ФОНУ В АГРОЦЕНОЗАХ ТОМАТА (*SOLANUM LYCOPERSICUM* L.) ЗА ДІЇ СТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ

Л. В. Гаврилюк<sup>1</sup>, І. В. Безноско<sup>2</sup>, Д. В. Гуменний<sup>3</sup>, Д. Т. Гентош<sup>4</sup>

У статті висвітлено результати дослідження особливостей формування фітопатогенного фону в агроценозах томата (*Solanum lycopersicum* L.) за умов застосування стимуляторів росту в системі органічного виробництва. Актуальність роботи зумовлена необхідністю пошуку екологічно безпечних методів регуляції патогенного комплексу, оскільки в органічному землеробстві використання синтетичних засобів захисту рослин є суттєво обмеженим, а фітопатогенні мікроорганізми залишаються одним із головних чинників зниження врожайності культури. Метою дослідження було оцінити вплив біостимуляторів Radifarm та RootStar на видовий склад, частоту трапляння та структуру домінування фітопатогенних мікроорганізмів, асоційованих із насінням і рослинами томата на ранніх етапах онтогенезу. Дослідження проводили в польових і лабораторних умовах із використанням сорту Севен та гібриду MRT 8158 F1, що дало змогу порівняти реакцію різних генотипів культури на дію біорегуляторів. У роботі застосовано комплекс мікологічних, мікробіологічних, фітопатологічних, візуальних та статистичних методів аналізу. Встановлено, що насіння сорту Севен характеризувалося вищим рівнем контамінації патогенними мікроорганізмами порівняно з гібридом MRT 8158 F1, що свідчить про більшу сприйнятливість сортових форм до інфекційного навантаження. Застосування стимуляторів росту сприяло істотному зниженню частоти трапляння більшості фітопатогенів у досліджуваних агроценозах. Найвищу біорегулюючу

<sup>1</sup> доктор філософії, старший науковий співробітник  
(Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ)  
e-mail: 410agroeco@gmail.com  
ORCID: 0000-0001-8980-7895

<sup>2</sup> доктор біологічних наук, старший дослідник,  
старший науковий співробітник з в.о. завідувача лабораторії біоконтролю  
агроєкосистем і органічного виробництва  
(Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ)  
e-mail: beznoscoirina@gmail.com  
ORCID: 0000-0002-2217-5165

<sup>3</sup> здобувач наукового ступеня доктора філософії  
(Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ)  
e-mail: danilfish@gmail.com  
ORCID: 0000-0001-8980-7895

<sup>4</sup> кандидат сільськогосподарських наук, доцент, завідувач кафедри фітопатології  
ім. акад. В.Ф. Пересипкіна  
(Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ)  
e-mail: dgentosh@ukr.net  
ORCID: 0000-0001-8647-7843

ефективність продемонстрував препарат RootStar, особливо у варіанті з гібридом MRT 8158 F1, де відмічено значне зменшення або повне елімінування домінуючих і субдомінуючих патогенів. Отримані результати підтверджують доцільність поєднання гібридних форм томатів із використанням стимуляторів росту як екологічно безпечного та ефективного підходу до регуляції фітопатогенного фону й стабілізації мікробіоти в агроценозах томата.

**Ключові слова:** мікроміцети, біопрепарати, насіння, біологічний захист, агроєкосистема, пасльонові.

## FORMATION OF PHYTOPATHOGENIC BACKGROUND IN TOMATO (*SOLANUM LYCOPERSICUM* L.) AGROCENOSSES UNDER THE ACTION OF GROWTH STIMULATORS

L. V. Havryliuk, I. V. Beznosko, D. V. Humennyi, D. T. Gentosh

The article highlights the results of a study of the features of the formation of the phytopathogenic background in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) agroecosystems under the conditions of the use of growth stimulants in the organic production system. The relevance of the work is due to the need to find environmentally safe methods of regulating the pathogenic complex, since in organic farming the use of synthetic plant protection products is significantly limited, and phytopathogenic microorganisms remain one of the main factors reducing crop yields. The aim of the study was to assess the impact of Radifarm and RootStar biostimulants on the species composition, frequency of occurrence and structure of dominance of phytopathogenic microorganisms associated with tomato seeds and plants at the early stages of ontogenesis. The study was conducted in field and laboratory conditions using the Seven variety and the MRT 8158 F1 hybrid, which made it possible to compare the reaction of different genotypes of the crop to the action of bioregulators. The work used a complex of mycological, microbiological, phytopathological, visual and statistical methods of analysis. It was found that the seeds of the Seven variety were characterized by a higher level of contamination by pathogenic microorganisms compared to the MRT 8158 F1 hybrid, which indicates a greater susceptibility of varietal forms to infectious load. The use of growth stimulants contributed to a significant reduction in the frequency of occurrence of most phytopathogens in the studied agroecosystems. The highest bioregulatory efficiency was demonstrated by the drug RootStar, especially in the variant with the MRT 8158 F1 hybrid, where a significant reduction or complete elimination of dominant and subdominant pathogens was noted. The results obtained confirm the feasibility of combining hybrid forms of tomatoes with the use of growth stimulants as an environmentally safe and effective approach to regulating the phytopathogenic background and stabilizing mycobiota in tomato agroecosystems.

**Key words:** micromycetes, biological products, seeds, biological protection, agroecosystem, solanaceae.

### Вступ

Сучасні екологічні проблеми зумовлюють необхідність забезпечення населення безпечними та якісними продуктами харчування. Одним із чинників зниження врожайності сільськогосподарських культур є поширення фітопатогенів різного походження, зокрема грибів, бактерій і вірусів. Надмірне використання хімічних засобів захисту рослин призводить до забруднення агроєкосистем і накопичення токсичних речовин у продукції, що негативно впливає на довкілля та здоров'я людини.

Важливою умовою підвищення продуктивності рослинництва є використання здорового насіннєвого матеріалу, оскільки інфіковане насіння знижує схожість і спричиняє значні втрати врожаю. Особливої актуальності набуває біологічна регуляція фітопатогенного мікробіому, зокрема

у посівах томата, де рівень втрат може бути критичним.

Застосування біологічних методів захисту, включаючи не лише біопрепарати, а і рістимулятори дозволяє ефективно стримувати поширення фітопатогенних мікроорганізмів, зменшувати пестицидне навантаження та формувати екологічно стійкі агроценози.

Моніторинг основних хвороб томата та мікробіологічні методи контролю фітопатогенів. Томати (*Solanum lycopersicum* L.) є однією з провідних овочевих культур у світі, проте їх продуктивність суттєво обмежується поширенням грибних, бактеріальних і вірусних хвороб. Генетична одноманітність сучасних сортів зумовлює підвищену сприйнятливість рослин до патогенів, що може призводити до значних втрат урожаю.

Найбільш поширеними та шкодо-чинними грибними хворобами томата є фітофтороз, альтернатіоз, септоріоз, сіра гниль, а також фузаріозне і вертицильозне в'янення, що підтверджено численними дослідженнями українських і зарубіжних учених. За даними наукових праць вчених, ці захворювання можуть зумовлювати втрати врожаю томатів від 30–50 % до 70 % і більше за епіфітотійного розвитку. Дослідники із співавторами Н. Еллі, Д. Панті, Х. Ши (N. Ally, D. Panthee, X. Shi) зазначають, що патогени уражають практично всі органи рослини – листки, стебла, кореневу систему та плоди, що спричиняє пригнічення росту, порушення фізіологічних процесів, передчасне відмирання асиміляційного апарату і суттєве зниження якості продукції (Ally et al., 2023; Panthee et al., 2024; Shi et al., 2024).

Як показано у працях авторів С. Мадахофе, Н. Саллам (S. Madhohpe, N. Sallam) et al. розвиток грибних інфекцій значною мірою визначається метеорологічними чинниками, зокрема рівнем вологості повітря, тривалістю зволоження листової поверхні, температурними коливаннями та агротехнічними умовами вирощування (Madhohpe et al., 2025; Sallam et al., 2023). Науковці Дж. Чжоу, Х. Чжан (J. Zhou, X. Zhang) та ін., а також А. Каніясері, С. Торат (A. Kaniyassery, S.Thorat) підкреслюють, що основними джерелами інфекції є інфіковане насіння, заражений ґрунт та рослинні рештки, в яких патогени здатні зберігатися протягом тривалого часу. За сприятливих умов вони швидко накопичуються в агроценозі, що підтверджує необхідність системного фітосанітарного контролю (Kaniyassery et al., 2023; Zhou et al., 2024).

За результатами досліджень Д. Мхя (D. Mhya) та ін, встановлено, що хімічні фунгіциди є ефективним засобом обмеження розвитку грибних хвороб, однак багато вчених звертають увагу на їхні суттєві недоліки. У науковій літературі наголошується на ризику забруднення ґрунту та водних ресурсів, накопичення залишкових кількостей пестицидів у рослинній продукції, негативному впливі на корисну мікробіоту та ентомофауну, а також на здатності патогенів формувати резистентні раси (Mhya et al., 2024). У зв'язку з цим у сучасних дослідженнях дедалі більше уваги приділяється розробленню та впровадженню екологічно безпечних альтернатив, зокрема біологічних препаратів, мікробних анта-

гоністів і концепції інтегрованого захисту рослин, що розглядається науковцями як перспективний напрям сталого розвитку агропродукування.

Серед бактеріальних хвороб найбільше значення мають бактеріальний рак і бактеріальна плямистість, які часто передаються насінням та швидко поширюються за умов високої вологості. Для ранньої діагностики використовують молекулярні методи (ПАР, LAMP), а профілактика базується на використанні здорового насінневого матеріалу та дотриманні агротехнічних заходів (Akila et al., 2024; Papazoglou et al., 2025; Sorokan et al., 2023).

Вірусні хвороби (TSWV, CMV, TYLCV, ToMV) здатні спричиняти катастрофічні втрати врожаю, особливо за наявності комах-переносників. Основою контролю є профілактика, використання стійких сортів та фітосанітарний контроль посадкового матеріалу (Hussain et al., 2025; Hemmati et al., 2025; Xu et al., 2026).

Перспективним напрямом є біологічний контроль фітопатогенів із застосуванням мікроорганізмів-антагоністів (*Trichoderma* spp., *Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp., мікоризні та ендоефітні гриби). Такі біоагенти здатні пригнічувати розвиток патогенів, активувати захисні механізми рослин, покращувати мінеральне живлення та підвищувати продуктивність томатів (Karačić et al., 2024; Ivezić et al., 2025).

Недостатньо вивченим залишається напрям дослідження впливу стимуляторів росту на процеси біорегуляції фітопатогенів в агрофітоценозах. Застосування стимуляторів росту розглядається як перспективний екологічно безпечний підхід до контролю фітопатогенного фону, що може сприяти зменшенню інфекційного навантаження без надмірного використання хімічних засобів захисту рослин. Такий підхід потенційно забезпечує підвищення природної стійкості рослин, оптимізацію мікробіоценозу ґрунту та стабілізацію фітосанітарного стану агроєкосистем. Подальше вивчення механізмів дії стимуляторів росту є актуальним завданням у контексті впровадження ресурсозберігаючих і екологічно орієнтованих технологій у сучасному землеробстві. Таким чином, використання рідких стимуляторів у поєднанні з інтегрованою системою захисту рослин є екологічно безпечним і науково обґрунтованим шляхом біорегуляції фітопатогенного фону в агроценозах томатів.

## Матеріал і методи

Дослідження з оцінки ефективності застосування препаратів в агроценозах томатів проводили у тепличних умовах Сквирської дослідної станції органічного виробництва та в лабораторії біоконтролю агроєкосистем і органічного виробництва відділу агробіоресурсів і екологічно безпечних технологій Інституту агроєкології і природокористування НААН.

Для проведення досліджень використовували сорт томату Севен (селекціонований Інститутом овочівництва і баштанництва НААН України) та гібрид томату MRT 8158 F1 (виробник: Manier Tohumculuk / MRT Seeds, Туреччина). Досліджували томати стійкі до основних хвороб пасльонових.

Зазначені сорт та гібрид вирощували із додаванням біостимуляторів-укорінювачів: Radifarm (виробник – італійська компанія Valagro) та RootStar (німецький виробник Nuti).

Польовий дослід був закладений за трифакторною схемою з метою оцінки ефективності зменшення ступеня ураження рослин томата фітопатогенами. Передбачено такі варіанти:

- варіант 1 – контроль (без внесення препаратів);
- варіант 2 – еталон (Radifarm);
- варіант 3 – досліджуваний варіант (RootStar).

Оцінку ефективності дії препаратів проводили шляхом порівняння дослідних варіантів із контролем, що дозволило об'єктивно визначити вплив препаратів на формування видового складу мікроорганізмів на ранніх етапах онтогенезу.

В лабораторних умовах досліджували:

- видовий склад ендofітної мікробіоти насіння рослин *Solanum lycopersicum* L. (перед висадкою в теплицю);
- спектр та частота трапляння мікроміцетів рослин *Solanum lycopersicum* L. (фаза сходів та фаза формування 6 листків);

Відбір проб здійснювався за загальноприйнятими в фітопатології методиками (Андрієвська та ін., 2001). Мікологічну експертизу рослин томата проводили згідно ДСТУ 4138:2002 (ДСТУ, 2003). Для оцінки видового різноманіття мікроміцетів використовували методи порівняльної флористики – розраховували частоту трапляння у відсотках, використовуючи коефіцієнт Тюрінга (Леонт'єв, 2007):

$$A = \frac{B}{C} * 100$$

де А – частота трапляння видів; В – кількість зразків, у яких виділено цей вид; С – загальна кількість виділених видів.

Математичну обробку експериментальних даних здійснювали відповідно до загальноприйнятих методів дисперсійного аналізу за методикою Доспехова Б.А., що дозволило оцінити достовірність різниці між варіантами досліду. Статистичну обробку експериментальних даних проводили за загальноприйнятими методиками з використанням комп'ютерних програм Microsoft Excel та проведено однофакторний дисперсійний аналіз (ANOVA, тест Тьюки). Різниця між контрольними і експериментальними показниками вважали значимими, коли ймовірність різниці становила  $P < 0,05$ .

Застосована схема досліду, система спостережень та методи статистичної обробки забезпечили наукову обґрунтованість та достовірність отриманих результатів щодо ефективності досліджуваних препаратів.

## Результати та обговорення

**Видовий склад ендofітної мікробіоти насіння рослин *Solanum lycopersicum* L. (перед висадкою в теплицю).** Іноді інфіковане насіння має достатньо високу схожість, але інфекція проявляється з часом, викликаючи відповідні симптоми і порушення функціонування рослин. Сівба інфікованим насінням, особливо за традиційної технології вирощування, призводить до накопичення в ґрунті комплексу інфекційних структур різноманітних збудників хвороб, що проявляються з часом за відповідних умов.

В лабораторних умовах було досліджено мікробіоту насіння томатів (рис. 1).

Із насіння досліджуваних сортів *Solanum lycopersicum* L. було виділено та ідентифіковано 5 видів патогенних мікроорганізмів: *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, *Pseudomonas corrugata*, *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, *Penicillium digitatum* (рис. 2).

За показниками частоти трапляння фітопатогенів на насінні томатів, представленими на рисунку 2, можна виділити домінантні, субдомінантні та рідкісні види, структура яких суттєво відрізняється між сортом Севен і гібридом MRT 8158 F1.

У сорту Севен до домінантних видів належать бактеріальні патогени *Pseudomonas syringae* (14,0 %) та *Xanthomonas campestris* (13,9 %), які характеризуються найвищою частотою трапляння і формують основу патогенного комплексу насіння. Субдомінантними видами є бактерії видів *Pseudomonas corrugata* (11,8 %) та

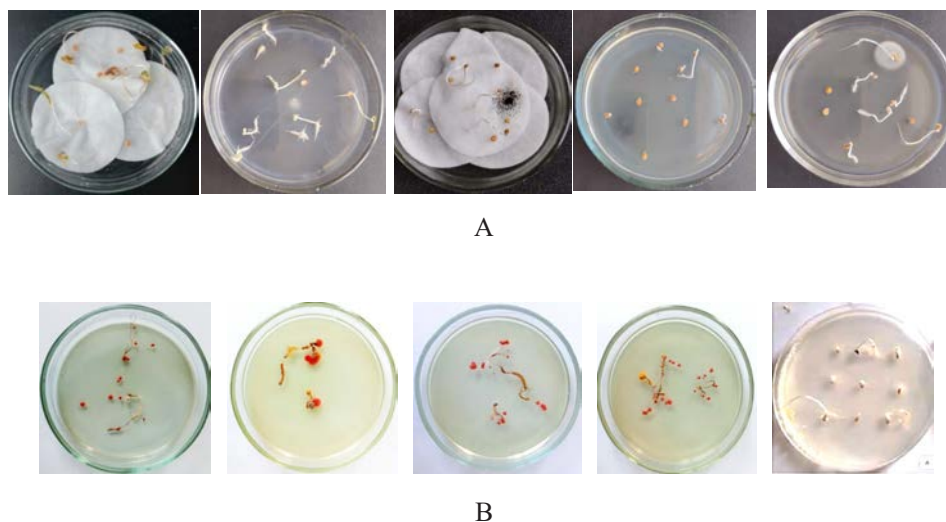


Рис. 1. Патогенні мікроорганізми насіння *Solanum lycopersicum* L. (А – сорт Севен; В – гібрид MRT 8158 F1)

Джерело: результати власних досліджень

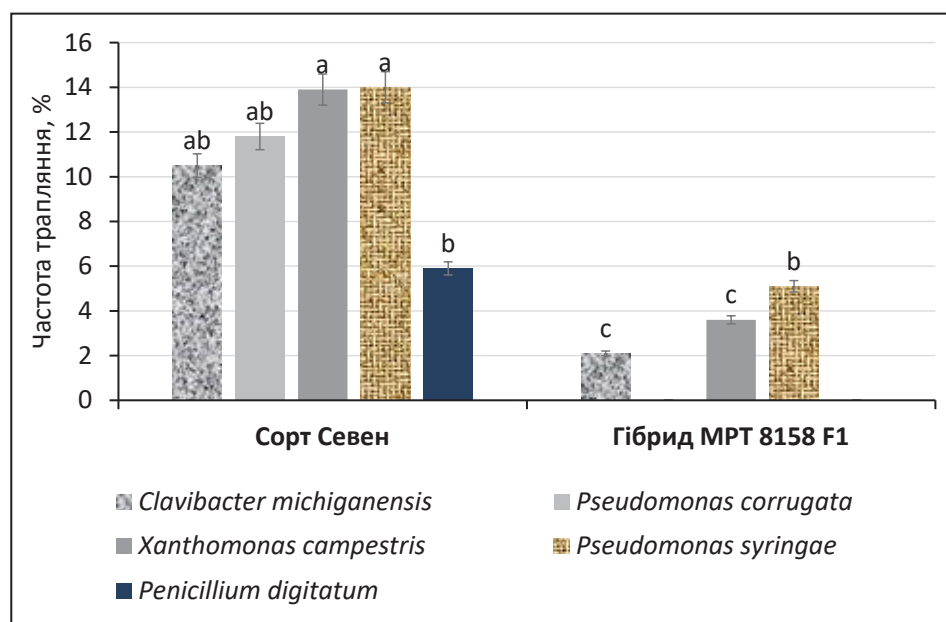


Рис. 2. Частота трапляння патогенних мікроорганізмів на насінні *Solanum lycopersicum* L. сорта Севен та гібрида MRT 8158 F1

Примітка: різні літери в межах одного рядка вказують на статистично значущу різницю між варіантами ( $p \leq 0,05$ , критерій Тьюкі)

Джерело: результати власних досліджень

*Clavibacter michiganensis* (10,5 %), що мають дещо нижчі, але стабільні показники поширення і відіграють істотну роль у загальному рівні інфікованості. До рідкісних видів віднесено мікроміцет виду *Penicillium digitatum* (5,9 %), присутність якого носить обмежений характер і, ймовірно, пов'язана з умовами зберігання насіння. У гібриду MRT

8158 F1 структура мікробіоти є спрощеною: домінантні види відсутні, що свідчить про низький рівень контамінації насіння. Бактерії видів *Pseudomonas syringae* (5,1 %) та *Xanthomonas campestris* (3,6 %) можна віднести до субдомінантних або малопоширених видів, тоді як бактерія *Clavibacter michiganensis* (2,1%) належить до рідкісних

компонентів мікобіоти. А також бактерія виду *Pseudomonas corrugata* та мікроміцет *Penicillium digitatum* у насінні гібриду не виявлялися, що додатково підтверджує його вищий фітосанітарний стан.

Визначали статистичний показник стандартного відхилення (SD). Отже, середній рівень контамінації насіння мікроорганізмами у сорта Севен становив 11,22%, що майже у 5 разів перевищує відповідний показник у варіанті гібрида MRT 8158 F1 (2,16%). Підвищене значення стандартного відхилення у сорта Севен (SD = 3,28) свідчить про більшу варіабельність видового складу мікобіоти, тоді як у гібриду MRT 8158 F1 (SD = 2,20) нижчий і вказує на стабільніший і кращий фітосанітарний стан насіння.

### Спектр і частота трапляння мікроміцетів на рослинах *Solanum lycopersicum* L. у фазі сходів.

У фазі сходів на рослинах томатів паразитувало 16 видів фітопатогених мікроміцетів із різною частотою трапляння від 5 до 45%. А саме: *Alternaria alternata*, *Alternaria solani*, *Penicillium digitatum*, *Trichothecium roseum*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Passalora fulva*, *Nigrospora oryzae*, *Rhizopus stolonifer*, *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, *Arthrinium phaeospermum*, *Phytophthora infestans*, *Phomopsis phaseoli*.

*cinerea*, *Arthrinium phaeospermum*, *Curvularia protuberata*, *Phytophthora infestans*, *Phomopsis phaseoli*.

За результатами аналізу частоти трапляння мікроміцетів на рослинах томатів до обробки стимуляторами росту встановлено чітку диференціацію видів на домінуючі, субдомінуючі та рідкісні як у сорта Севен, так і у гібрида MRT 8158 F1. Їхня частота трапляння коливалася від 5 до 45% (рис. 3).

За даними представленими на рисунку 4 встановлено, що у сорта Севен домінуючий комплекс формують види з найвищою частотою трапляння: *A. alternata* (45%), *P. digitatum* (40%), *F. oxysporum* (37%), *R. stolonifer* і *P. infestans* (до 33%), а також *A. phaeospermum* (30%). Наявність кількох домінуючих свідчить про високий рівень ураженості рослин та значне фітопатогенне навантаження в агроценозі до застосування стимуляторів росту. Субдомінуючими видами є *A. solani*, *F. solani* та *P. fulva* (до 25%), *B. cinerea* (20%) і *C. protuberata* (16%), які мають стабільну, але помірну частоту трапляння. До рідкісних видів належать *T. roseum*, *N. oryzae* та *A. niger* (до 12%), а також *P. phaseoli* (13%), присутність яких не визначає загальну структуру мікобіоти.

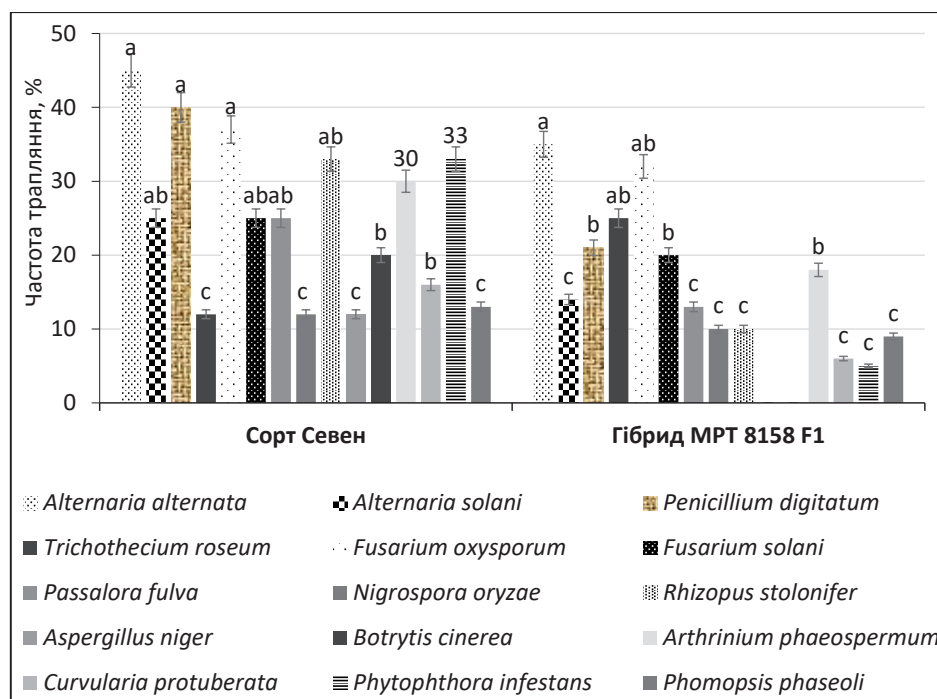


Рис. 3. Частота трапляння мікроміцетів на рослинах *Solanum lycopersicum* L. сорта Севен та гібрида MRT 8158 F1 (без препаратів)

Примітка: різні літери в межах одного рядка вказують на статистично значущу різницю між варіантами ( $p \leq 0,05$ , критерій Тьюкі)

Джерело: результати власних досліджень

У гібрида MRT 8158 F1 структура мікобіоти є менш насиченою та характеризується нижчими показниками частоти трапляння. До доміантних видів належать *A. alternata*, *F. oxysporum* та *T. roseum* від 25 до 35%, що формують основу мікобіотичного комплексу томатів. Субдомінантними видами є *P. digitatum*, *F. solani*, *A. phaeospermum*, *A. solani* і *P. fulva* із частотою трапляння від 13 до 21%. До рідкісних належали фітопатогени ***N. oryzae*, *R. stolonifer*, *P. phaseoli*, *C. protuberata* та *P. infestans***, частота трапляння яких становила 5–10 %, тоді як ***A. niger* і *B. cinerea*** у гібриду не виявлено.

Отже, до обробки стимуляторами росту сорт Севен характеризувався більш різноманітним і патогенно насиченим доміантним комплексом фітопатогенних мікроміцетів, що вказує на його вищу сприйнятливість до формування фітопатогенного фону в агрофітоценозах, тоді як гібрид MRT 8158 F1 відзначався зниженим рівнем контамінації та переважанням субдомінантних і рідкісних видів, що свідчить про кращу фітосанітарну стабільність рослин в агрофітоценозах.

Розраховані стандартні відхилення сорт Севен SD = 10.95, відображає значну варіабельність частот мікроміцетів – від високодомінантних до рідкісних видів. Водночас для гібриду MRT 8158 F1 (SD = 8.91), підтверджує менш насичену та рівномірнішу

структуру мікобіоти. Отримані дані свідчать про доцільність застосування гібридних форм для зменшення патогенного навантаження в агроценозах томатів.

**Спектр і частота трапляння мікроміцетів на рослинах *Solanum lycopersicum* L. у фазі шести листків.** У всіх природних місцях проживання, рослини оточені величезною кількістю потенційних біотичних шкідників і різними видами екологічного стресу абіотичної природи. Тому були відібрані та проаналізовані рослини томатів перед висадкою у відкритий ґрунт досліджуваного сорту та гібриду рослин *Solanum lycopersicum* L. (рис. 4).

У фазу шести листків, на рослинах томатів ідентифіковано 15 видів фітопатогенних мікроміцетів, які належать до родів *Alternaria* spp., *Penicillium digitatum* spp., *Trichothecium* spp., *Fusarium* spp., *Passalora* spp., *Nigrospora* spp., *Rhizopus* spp., *Aspergillus* spp., *Botrytis* spp., *Arthrimum* spp., *Phytophthora* spp., *Phomopsis* spp. (рис. 4).

За дії препаратів Radifarm та RootStar на вегетативних органах сорта Севен та гібрида MRT 8158 F1 визначено частоту трапляння фітопатогенів від 2 до 50% (рис. 5).

У контрольному варіанті (без обробки) частота трапляння доміантних видів на рослинах сорта Севен була високою:

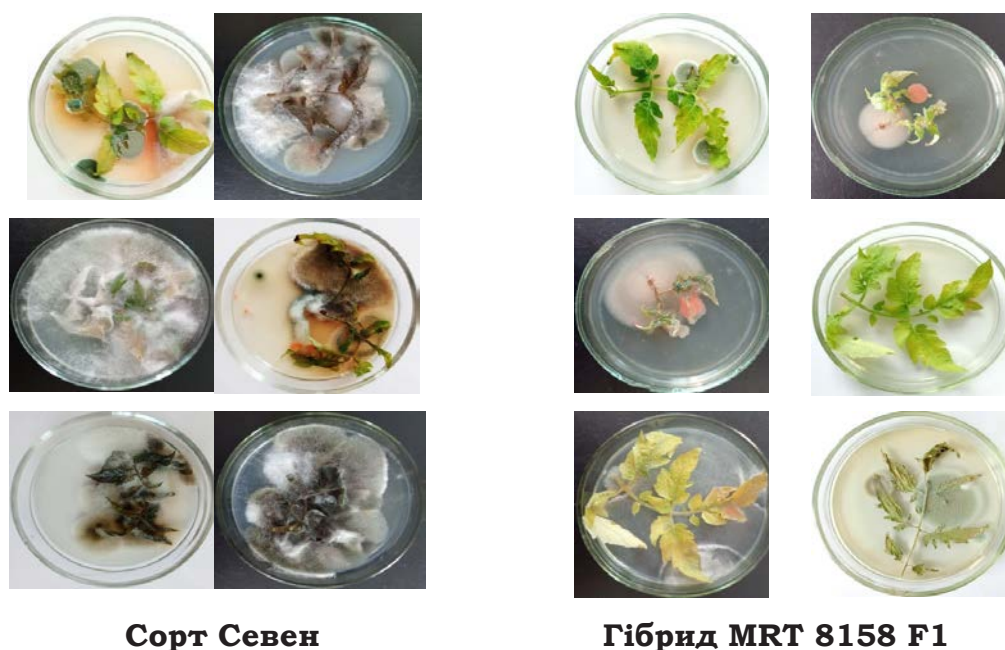


Рис. 4. Патогенні мікроорганізми рослин *Solanum lycopersicum* L. на сорті Севен та гібриді MRT 8158 F1

Джерело: результати власних досліджень

*A. alternata* – 50%, *P. digitatum* – 45%, *F. oxysporum* – 40%, *R. stolonifer* – 36%, *P. infestans* – 38%, а субдомінантні види, такі як *F. solani* – 35%, *A. phaeospermum* – 35% та *P. fulva* – 28%, також мали значне поширення. Рідкісні види: *T. roseum*, *C. protuberata*, *P. phaseoli*, *N. oryzae*, *A. niger* і *B. cinerea*, зустрічалися менш часто від 15 до 20%. У гібрида MPT 8158 F1 контроль (без обробки) показав нижчі показники частоти трапляння: *A. alternata* – 38%, *F. oxysporum* – 33%, *R. stolonifer* – 11%, *P. infestans* – 13%, *P. digitatum* – 26%, а субдомінантні види були представлені частотою 12–22 %, рідкісні до 15%.

За дії препаратом Radifarm на рослинах сорта Севен відбулося зниження частоти трапляння домінантних видів: *A. alternata* – 45%, *P. digitatum* – 35%, *F. oxysporum* – 35%, *R. stolonifer* – 21%, *P. infestans* – 23%, а субдомінанти *F. solani* – 32%, *A. phaeospermum* – 27%, *P. fulva* – 24%. Рідкісні види: *T. roseum*, *C. protuberata*, *P. phaseoli* до 12%.

У рослин гібрида MPT 8158 F1 після застосування препарату Radifarm частота трапляння домінантних видів істотно знизилася і становила: *A. alternata* – 34%, *F. oxysporum* – 30%, *Phytophthora infestans* – 4 %, *P. digitatum* – 13%, а субдо-

мінантів *F. solani* – 13%, *A. phaeospermum* – 3%, *P. fulva* – 12%. Рідкісними були: *T. roseum*, *C. protuberata* та *P. phaseoli*, частота трапляння яких не перевищувала 7 %.

Обробка препаратом RootStar у рослин сорту Севен зумовила подальше зниження частоти трапляння більшості патогенів: *A. alternata* – 35%, *P. digitatum* – 24%, *F. oxysporum* – 28%, *R. stolonifer* – 12%, *P. infestans* – 15%, а субдомінантних видів: *F. solani* – 12%, *A. phaeospermum* – 13%, *P. fulva* – 14%; рідкісного виду *T. roseum* – 7%. Водночас у рослин гібрида MPT 8158 F1 препарат RootStar знизив частоту трапляння всіх патогенів до мінімальних або нульових значень: *A. alternata* – 30%, *F. oxysporum* – 17%, *P. infestans* – 3%, *P. digitatum* – 10%, а субдомінанти та рідкісні види (*F. solani* – 2%, *A. phaeospermum* – 3%, *P. fulva* – 0%) практично відсутні.

У результаті проведених розрахунків стандартного відхилення встановлено, що у контрольному варіанті сорт Севен характеризувався значно вищою варіабельністю частоти трапляння фітопатогенних мікроміцетів (SD = 11.81), що свідчить про складну й нерівномірну структуру мікобіоти та високий рівень інфекційного навантаження. Після застосування препаратів Radifarm

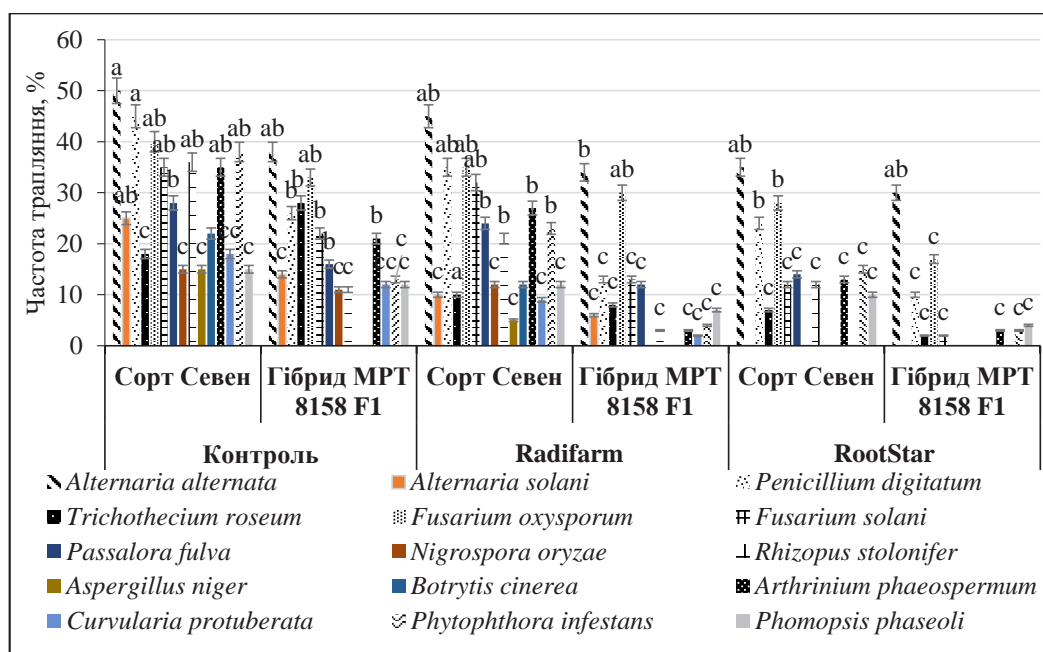


Рис. 5. Частота трапляння мікроміцетів на рослинах *Solanum lycopersicum* L. сорту Севен та гібриду MPT 8158 F1 (за дії препаратів)

Примітка: різні літери в межах одного рядка вказують на статистично значущу різницю між варіантами ( $p \leq 0,05$ , критерій Тьюкі)

Джерело: результати власних досліджень

та RootStar показник стандартного відхилення поступово знижувався до 10.86 та 9.13 відповідно, що відображає вирівнювання патогенного комплексу та зменшення загальної контамінації. У гібриду MRT 8158 F1 вихідне SD також було нижчим (9.79), що підтверджує його початково вищу фітосанітарну стабільність. Після обробки препаратами спостерігалася дещо інша динаміка: SD за дії Radifarm та RootStar становило 10.65 і 10.86 в, що пов'язано з різким пригніченням окремих патогенів до мінімальних або нульових значень. Отже, зниження показника SD у рослин сорту Севен та стабільно низькі його значення у рослин гібрида MRT 8158 F1 демонструють ефективність застосованих препаратів у зниженні патогенного тиску в агроценозі томатів та підтверджують вищу толерантність гібрида до формування фітопатогенного фону.

Таким чином, застосування ристимуляторів Radifarm і RootStar сприяло істотному зниженню частоти трапляння більшості фітопатогенів. При цьому препарат RootStar виявив вищу ефективність у варіанті з гібридом MRT 8158 F1, забезпечивши повне елімінування домінуючих і субдомінуючих видів фітопатогенних мікроорганізмів.

#### Висновки

1. У насінні сорту Севен ідентифіковано 5 видів патогенних мікроорганізмів із середнім рівнем контамінації 11,22 %, що майже у 5 разів перевищує відповідний показник у гібриду MRT 8158 F1 (2,16 %). Вищі значення стандартного відхилення у сорту Севен (SD = 3,28) свідчать про більшу варіабельність і нестабільність патогенного комплексу порівняно з гібридом (SD = 2,20).

2. У фазу сходів на рослинах томатів ідентифіковано 16 видів фітопатогенних мікроміцетів із частотою трапляння від 5 до 45 %. Сорт Севен характеризувався більш насиченим домінуючим комплексом, представленим *Alternaria alternata* (45 %), *Penicillium digitatum* (40 %), *Fusarium oxysporum* (37 %) та *Phytophthora infestans* (до 33 %), що вказує на високий рівень фітопатогенного навантаження в агрофітоценозі. У гібриду MRT 8158 F1 домінуючий комплекс був обмежений трьома видами з максимальною частотою 35 %, а частка рідкісних видів зростала.

3. У фазу формування шести листків встановлено наявність 15 видів фітопатогенних мікроміцетів, при цьому в контрольному варіанті частота трапляння домінуючих видів у сорту Севен досягала 50 %, тоді як у гібриду MRT 8158 F1 – не перевищувала 38 %, що підтверджує вищу здатність гібридних рослин до формування патогенного фону.

4. Застосування стимуляторів росту Radifarm і RootStar сприяло суттєвому зниженню частоти трапляння домінуючих, субдомінуючих і рідкісних фітопатогенів у обох генотипів. За дії Radifarm частота трапляння *Phytophthora infestans* у гібриду MRT 8158 F1 зменшилася з 13 % до 4 %, а *Penicillium digitatum* – з 26 % до 13 %.

5. Найвищу біорегулюючу ефективність продемонстрував препарат RootStar, який у гібриду MRT 8158 F1 знизив частоту трапляння більшості фітопатогенів до мінімальних або нульових значень: *Fusarium solani* до 2 %, *Passalora fulva* 0 %, *Phytophthora infestans* 3 %, що свідчить про виражений фітосанітарний ефект препарату.

6. Отримані результати підтверджують доцільність поєднання гібридних форм томатів із використанням стимуляторів росту як екологічно орієнтованого підходу до зниження фітопатогенного навантаження та стабілізації мікобіоти в агрофітоценозах томатів.

#### Список використаної літератури

- Андрієвська С.А., Барабаш О.Ю. Сучасні методи селекції овочевих і баштанних культур (ред. Горової Т.К. та Яковенка К.І.). Харків, 2001. 644 с.
- ДСТУ 4138:2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. [Чинний від 2003-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України. 2002. 78 с.
- Леонтьев Д.В. Флористичний аналіз у мікології: підручник. Харків. Вид. група «Основа». 2007. 160 с.
- Akila A.H., Ali M.A., Khairy A.M., Elnahal A.S., Alfassam H.E., Rudayni, H.A., ... & Tohamy M.R. Biological control of tomato bacterial leaf spots and its impact on some antioxidant enzymes, phenolic compounds, and pigment content. *Biology*. 2024. 13(6). 369. <https://doi.org/10.3390/biology13060369>
- Ally N.M., Neetoo H., Ranghoo-Sanmukhiya V.M., & Coutinho T.A. Greenhouse-grown tomatoes: microbial diseases and their control methods. *International Journal of Phytopathology*. 2023. 12(01). 99-127. <https://doi.org/10.33687/phytopath.012.01.4273>

Hemmati F., Behjatnia S.A.A., Moghadam A. & Afsharifar A. Induction of systemic resistance against cucumber mosaic virus (CMV) and tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) in tomato. *International Journal of Pest Management*. 2025. 71(3). 307-320. <https://doi.org/10.1080/09670874.2023.2202150>

Hussain M.D., Farooq T., Datt N., Li J., Kamran A., Sukal A., . . . & Chen X. Mapping the enigma of cryptic tomato yellow stunt disease: a synergistic viral infection threatening global tomato health. *Plant Disease*, (ja). 2025. <https://doi.org/10.1094/PDIS-04-25-0930-SC>

Ivezić A., Popović T., Trudić B., Krndija J., Barošević T., Sarajlić A., . . . & Kuzmanović B. Biological control agents in greenhouse tomato production (*Solanum lycopersicum* L.): Possibilities, challenges and policy insights for Western Balkan region. *Horticulturae*. 2025. 11(2). 155. <https://doi.org/10.3390/horticulturae11020155>

Kaniyassery A., Thorat S.A., Kiran K.R., Murali T.S. & Muthusamy A. Fungal diseases of eggplant (*Solanum melongena* L.) and components of the disease triangle. *Journal of Crop Improvement*. 2023. 37(4). 543-594. <https://doi.org/10.1080/15427528.2022.2120145>

Karačić V., Miljaković D., Marinković J., Ignjatov M., Milošević D., Tamindžić G. & Ivanović M. *Bacillus* species: Excellent biocontrol agents against tomato diseases. *Microorganisms*. 2024. 12(3). 457. <https://doi.org/10.3390/microorganisms12030457>

Madlhophe S., Ogugua U.V., Makhubu F.N. & Figlan S. Use of biological control agents for managing fungal pathogens in Solanaceae crops: progress and future perspectives. *Discover Applied Sciences*. 2025. 7(1). 83. <https://doi.org/10.1007/s42452-025-06500-9>

Mhya D.H., Muhammad J.S., Urmur N.S. & Mohammed A. Impact of chemical pesticides on antioxidant constituents and free radical scavenging capacity of pesticide-treated tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruits. *Journal of Agriculture and Environment*. 2024. 20(1). 187-199. <https://doi.org/10.4314/jagrenv.v20i1.19>

Panthee D.R., Pandey A. & Paudel R. Multiple foliar fungal disease management in tomatoes: a comprehensive approach. *International Journal of Plant Biology*. 2024. 15(1). 69-93. <https://doi.org/10.3390/ijpb15010007>

Papazoglou P., Navrozidis I., Testempasis S., Pantazi X.E., Lagopodi A. & Alexandridis T. Early detection of bacterial canker in tomato plants using spectroscopy for smart agriculture applications. *Biosystems Engineering*. 2025. 251. 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2025.01.009>

Sallam N.M., AbdElfatah H.A.S., Khalil Bagy H.M., Elfarash A., Abo-Elyousr K.A., Sikora E.J. & Sallam A. Exploring the mechanisms of endophytic bacteria for suppressing early blight disease in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Frontiers in Microbiology*. 2023. 14. 1184343. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1184343>

Shi X.Q., Zhu D.H., Chen J.L., Qin Y.Y., Li X.W., Qin S., & Xing K. Growth promotion and biological control of fungal diseases in tomato by a versatile rhizobacterium, *Pseudomonas chlororaphis* subsp. *aureofaciens* SPS-41. *Physiological and Molecular Plant Pathology*. 2024. 131. 102274. <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2024.102274>

Sorokan A.V., Burkhanova G.F., Veselova S.V., Singh B.P., Upadhyaya K., Khairullin R.M. & Maksimov I.V. Endophytic bacteria to control plant viruses: an overview. *Microbial Endophytes and Plant Growth*. 2023. 51-66. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90620-3.00018-0>

Xu L., Liu Y., Sun P., Gao J., Yang Y., Shi Y., . . . & Zhang L. Detection and Identification of Tomato Viruses in Inner Mongolia. *Journal of Southwest University Natural Science Edition*. 2026. 48(1). 59-74. <https://doi.org/10.13718/j.cnki.xdzk.2026.01.006>

Zhou J., Zhang X., Qu Z., Zhang C., Wang F., Gao T., . . . & Liang J. Progress in research on prevention and control of crop fungal diseases in the context of climate change. *Agriculture*. 2024. 14(7). 1108. <https://doi.org/10.3390/agriculture14071108>

## References

Andriievskaya, S.A., Barabash, O.Yu. (2001). Suchasni metody selektsii ovochevykh i bashtannykh kultur Modern methods of selection of vegetable and melon crops [Red. Horovoi T. K. ta Yakovenka K. I.). *Instytut ovochivnytstva i bashtannytstva [Institute of Vegetable and Melon Growing]*. Kharkiv. 644 s. [in Ukrainian].

DSTU 4138:2002. (2003). Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennia yakosti. Derzhspozhyvstandart Ukrainy. [Seeds of agricultural crops. Methods of determining quality. Methods of determining quality. Derzhspozhyvstandart Ukrainy]. Kyiv. 78 s [in Ukrainian].

Leontiev, D.V. (2007). Florystychnyi analiz u mikolohii [Floristic analysis in mycology]. Kharkiv. Vyd. hrupa «Osнова» 160 s [in Ukrainian].

Akila, A.H., Ali, M.A., Khairy, A.M., Elnahal, A.S., Alfassam, H.E., Rudayni, H.A., . . . & Tohamy, M.R. (2024). Biological control of tomato bacterial leaf spots and its impact on some antioxidant enzymes, phenolic compounds, and pigment content. *Biology*, 13(6), 369. <https://doi.org/10.3390/biology13060369>

- Ally, N.M., Neetoo, H., Ranghoo-Sanmukhiya, V.M., & Coutinho, T.A. (2023). Greenhouse-grown tomatoes: microbial diseases and their control methods. *International Journal of Phytopathology*, 12(01), 2023. 99-127. <https://doi.org/10.33687/phytopath.012.01.4273>
- Hemmati, F., Behjatnia, S.A.A., Moghadam, A., & Afsharifar, A. (2025). Induction of systemic resistance against cucumber mosaic virus (CMV) and tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) in tomato. *International Journal of Pest Management*, 71(3), 307-320. <https://doi.org/10.1080/09670874.2023.2202150>
- Hussain, M.D., Farooq, T., Datt, N., Li, J., Kamran, A., Sukal, A., . . . & Chen, X. (2025). Mapping the enigma of cryptic tomato yellow stunt disease: a synergistic viral infection threatening global tomato health. *Plant Disease*, (ja). <https://doi.org/10.1094/PDIS-04-25-0930-SC>
- Ivezić, A., Popović, T., Trudić, B., Krndija, J., Barošević, T., Sarajlić, A., . . . & Kuzmanović, B. (2025). Biological control agents in greenhouse tomato production (*Solanum lycopersicum* L.): Possibilities, challenges and policy insights for Western Balkan region. *Horticulturae*, 11(2), 155. <https://doi.org/10.3390/horticulturae11020155>
- Kaniyassery, A., Thorat, S.A., Kiran, K.R., Murali, T.S., & Muthusamy, A. (2023). Fungal diseases of eggplant (*Solanum melongena* L.) and components of the disease triangle. *Journal of Crop Improvement*, 37(4), 543-594. <https://doi.org/10.1080/15427528.2022.2120145>
- Karačić, V., Miljaković, D., Marinković, J., Ignjatov, M., Milošević, D., Tamindžić, G., & Ivanović, M. (2024). Bacillus species: Excellent biocontrol agents against tomato diseases. *Microorganisms*, 12(3), 457. <https://doi.org/10.3390/microorganisms12030457>
- Madlhophe, S., Ogugua, U.V., Makhubu, F.N., & Figlan, S. (2025). Use of biological control agents for managing fungal pathogens in Solanaceae crops: progress and future perspectives. *Discover Applied Sciences*, 7(1), 83. <https://doi.org/10.1007/s42452-025-06500-9>
- Mhya, D.H., Muhammad, J.S., Urmar, N.S., & Mohammed, A. (2024). Impact of chemical pesticides on antioxidant constituents and free radical scavenging capacity of pesticide-treated tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruits. *Journal of Agriculture and Environment*, 20(1), 187-199. <https://doi.org/10.4314/jagrenv.v20i1.19>
- Panthee, D.R., Pandey, A., & Paudel, R. (2024). Multiple foliar fungal disease management in tomatoes: a comprehensive approach. *International Journal of Plant Biology*, 15(1), 69-93. <https://doi.org/10.3390/ijpb15010007>
- Papazoglou, P., Navrozidis, I., Testempasis, S., Pantazi, X.E., Lagopodi, A., & Alexandridis, T. (2025). Early detection of bacterial canker in tomato plants using spectroscopy for smart agriculture applications. *Biosystems Engineering*, 251, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2025.01.009>
- Sallam, N.M., AbdElfatah, H.A.S., Khalil Bagy, H.M., Elfarash, A., Abo-Elyousr, K.A., Sikora, E.J., & Sallam, A. (2023). Exploring the mechanisms of endophytic bacteria for suppressing early blight disease in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Frontiers in Microbiology*, 14, 1184343. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1184343>
- Shi, X.Q., Zhu, D.H., Chen, J.L., Qin, Y.Y., Li, X.W., Qin, S., & Xing, K. (2024). Growth promotion and biological control of fungal diseases in tomato by a versatile rhizobacterium, *Pseudomonas chlororaphis* subsp. *aureofaciens* SPS-41. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 131, 102274. <https://doi.org/10.1016/j.pmp.2024.102274>
- Sorokan, A.V., Burkhanova, G.F., Veselova, S.V., Singh, B.P., Upadhyaya, K., Khairullin, R.M., & Maksimov, I.V. (2023). Endophytic bacteria to control plant viruses: an overview. *Microbial Endophytes and Plant Growth*, 51-66. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90620-3.00018-0>
- Xu, L., Liu, Y., Sun, P., Gao, J., Yang, Y., Shi, Y., . . . & Zhang, L. (2026). Detection and Identification of Tomato Viruses in Inner Mongolia. *Journal of Southwest University Natural Science Edition*, 48(1), 59-74. <https://doi.org/10.13718/j.cnki.xdzk.2026.01.006>
- Zhou, J., Zhang, X., Qu, Z., Zhang, C., Wang, F., Gao, T., . . . & Liang, J. (2024). Progress in research on prevention and control of crop fungal diseases in the context of climate change. *Agriculture*, 14(7), 1108. <https://doi.org/10.3390/agriculture14071108>

Дата першого надходження статті до видання: 17.02.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.03.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 22.05.2026



Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0)