

УДК 635.64:635.25:635.65 (470.44)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.6>

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ ТЕПЛИЦІ ЗА ВИРОЩУВАННЯ ТОМАТІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ПРОТИ ФІТОФТОРОЗУ

Вергелес П.М. – к.с.-г.н., доцент,

завідувач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин,

Вінницький національний аграрний університет

orcid.org/0000-0002-4101-1465

Гуменюк О.В. – аспірант кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин,

Вінницький національний аграрний університет

orcid.org/0009-0000-5187-2739

Вирощування томатів у закритому ґрунті є однією із важливих складових отримання високоякісної овочевої продукції з пролонгацією у часі та забезпеченням контрольованих умов, що у кінцевому випадку гарантує істотне зниження ризиків втрати врожаю та зниження товарності продукції характерного для польового варіанту вирощування томатів. З іншого боку умови закритого ґрунту у логістичному аналізі мають ряд важливих ланок, які потребують ефективного планування та корегування, враховуючи закритість агроecosистеми теплиць, ризиків швидкого поширення хвороб та шкідників, обмеженості у варіантах застосування відповідних варіантів агротехнологічних рішень. При цьому слід враховувати тенденції вирощування овочевої продукції на засадах гарантування її екологічності та органічності з врахуванням вимог світових стандартів для гарантування здорового та повноцінного харчування.

Такі чинники актуалізують дослідження щодо оцінки ефективності та доцільності застосування біоорганічних варіантів систем захисту на фоні варіативних змін мікроклімату вирощування томатів в умовах закритого ґрунту з кінцевою метою ефективного поєднання та підсилення біологічної ефективності альтернативних біопестицидів у співставленні до їх традиційної лінійки рекомендованих препаративних форм та діючих речовин.

У дослідженнях було застосовано 4 варіанти програми захисту, які передбачали їх повну відсутність, застосування класичної рекомендованої схеми фунгіцидів хімічного походження, біофунгіцидів у двох варіантах простого та росиленого варіантів комбінування у відповідні критичні фенологічні фази росту і розвитку томатів в умовах тепличного вирощування.

Для оцінки ефективності та доцільності застосованих варіантів захисту було застосовано рекомендовані апробовані методики з оцінкою розвитку фітофторозу, ступеня ураження рослин у відсотковому та бальному виразах, оцінкою ефективності системи варіантів захисту та показників урожайності та товарності вирощеної продукції.

У результаті підсумку встановлено доцільність та ефективність застосування в умовах тепличного вирощування томатів як ефективної альтернативи класичному варіанту при застосуванні фунгіцидів з хімічно синтезованими діючими речовинами на фоні мікрокліматичних параметрів з допустимими параметрами аридизації (нічна температура 20–22 °С, денна 27–29 °С, відносна вологість повітря 65–70%) за такою схемою: фаза 8–10 листків на головному пагоні (BVCH 42–44) Триходермін (VIRIDIN), 20 г, 2 + Фітоцид-р; фаза появи 1–3 суцвіття (BVCH 50–53) Фітоцид-р + Effect; фаза початку росту плодів (BVCH 70–73) Effect двічі з інтервалом у 7–10 діб.

Застосування такого варіанту вирощування та захисту забезпечує збереження рівня урожайності томатів (11–12 кг/м²) за підвищення рівня їх товарності (92–96%) та збереження якості.

Ключові слова: фітофтороз томатів, біологічні системи захисту, мікроклімат періоду вирощування, умови закритого ґрунту, ефективність захисту, урожайність.

Verheles P.M., Humeniuk O.V. Influence of the parameters of the microclimate of the greenhouse for growing tomatoes on the effectiveness of the system of protection against late blight

Growing tomatoes indoors is one of the important components of obtaining high-quality vegetable products with prolonged time and controlled conditions, which ultimately guarantees a significant reduction in the risks of crop loss and reduced marketability of products typical for the field variant of tomato cultivation. On the other hand, the conditions of closed ground in the logistics analysis have a number of important links that require effective planning and adjustment, taking into account the closed nature of the greenhouse agroecosystem, the risks of rapid spread of diseases and pests, and the limited options for applying appropriate agrotechnological solutions. At the same time, it is necessary to take into account the trends in the cultivation of vegetable products on the basis of guaranteeing their environmental friendliness and organicity, taking into account the requirements of international standards to ensure a healthy and nutritious diet.

Such factors actualize research on the evaluation of the effectiveness and feasibility of using bioorganic variants of protection systems against the background of variable changes in the microclimate of tomato cultivation in closed ground conditions with the ultimate goal of effectively combining and enhancing the biological effectiveness of alternative biopesticides in comparison with their traditional line of recommended formulations and active substances.

In the research, 4 variants of the protection program were used, which provided for their complete absence, the use of the classical recommended scheme of fungicides of chemical origin, biofungicides in two variants of simple and dewy combination in the corresponding critical phenological phases of growth and development of tomatoes in greenhouse cultivation.

To evaluate the effectiveness and feasibility of the applied protection options, the recommended approved methods were used to assess the development of late blight, the degree of plant damage in percentage and point terms, to assess the effectiveness of the system of protection options and indicators of yield and marketability of the grown products.

As a result, the feasibility and effectiveness of using fungicides with chemically synthesized active ingredients in greenhouse tomato cultivation as an effective alternative to the classical variant was established against the background of microclimatic parameters with acceptable aridization parameters (night temperature 20–22 °C, daytime temperature 27–29 °C, relative humidity 65–70%) according to the following scheme phase of 8–10 leaves on the main shoot (BBCH 42–44) Trichodermin (VIRIDIN), 20 g, 2 + Phytocide-p; phase of 1–3 inflorescences (BBCH 50–53) Phytocide-p + Effect; phase of the beginning of fruit growth (BBCH 70–73) Effect twice with an interval of 7–10 days.

The use of such a variant of cultivation and protection ensures the preservation of tomato yields (11–12 kg/m²) while increasing their marketability (92–96%) and preserving their quality.

Key words: late blight of tomatoes, biological defense systems, microclimate of the growing period, greenhouse, efficiency of protection, yield.

Постановка проблеми. Умови закритого ґрунту створюють особливі параметри ефективності як вирощування відповідних культур, так і умови мікроклімату, який не дивлячись на можливість полі режимного регулювання відрізняється від природних варіантів формування гідротермічного режиму відповідних територій [1, с. 74–75; 2, с. 1064–1065]. Такі особливості зумовили необхідність не лише до пошуку адаптивних генотипів пристосованих до тепличних умов вирощування, але й до формування адаптивних режимів утримання рослин у теплицях з підбором способу вирощування, типу зволоження, характеру регулювання світлового, газового, температурного та вологісного режимів [3, с. 1–2; 4, с. 110–111]. Наявність різноманітних типів конструкцій теплиць, характеру застосованого обладнання та варіантів живлення з позиції подачі поживних елементів та їх порційності до кореневих систем рослин створюють загальну проблематику підбору ідеального технологічного варіанту вирощування рослин в умовах закритого ґрунту, який має істотні різниці як у межах територій, так і у межах окремих країн [5, с. 1–2]. Ця проблема в останні роки спричинила необхідність у систематизації та стандартизації мікроклімату у тепличних комплексах за вирощування відповідних видів рослин з позиції типу вирощуваної продукції, характеру рівня її органічності та

вимог до санітарно-гігієнічних норм використання у харчуванні людини [6, с. 2]. Відмічається, що особливості мікроклімату впливають не лише на життєвий цикл самих видів рослин, але й на розвиток хвороб та динаміку чисельності шкідників [4, с. 111–112]. Хоч цей процес і є контрольованим в умовах захищеного ґрунту і навіть іноді супроводжується системними карантинними міроприємами направленними на запобігання розвитку хвороб та наявності шкідників досягнути повної відсутності патогенів та фітофагів не вдається [7, с. 86–87].

Разом із тим слід зауважити що дослідження проведені в останні періоди засвідчують відмінності у циклах розвитку як хвороб, так і шкідників у співставленні умов відкритого (польове вирощування) та закритого ґрунту [8, с. 404–405; 9, с. 340–341]. Зміни стосуються як укорочення періоду від проникнення до візуалізації ознак ураження, так і до інтенсивності ураження та амплітуди зростання чисельності у випадку шкідників [10, с. 1–3]. За результатами тривалого вивчення причиною цього є формування сприятливих умов розвитку патогенів та інтенсивне зростання чисельності шкідників за рахунок підтримання вищих рівнів температурного режиму та зволоження, інтенсивна випаровуваність із субстрату та рослин, вищі рівні температури за зниження загальної ефективності провітрювання, що формує передумови для ідеалізації комплексу абіотичних факторів та їх каталітичний ефект у формуванні порогів шкодочинності основних хвороб та шкідників в умовах закритого ґрунту [11, с. 285–287]. Така специфіка процесів зумовлює необхідність не лише у пошуку оптимальних комбінацій застосування пестицидів, але й у підборві відповідних умов їх застосування з огляду на ефективність дії відповідної діючої речовини фунгіциду на фоні певних атипових умов [12, с. 775–777], враховуючи специфіку реалізації біологічної і технічної їх ефективності переважно на підставі польових випробовувань та оцінок [13, с. 450–451]. На сьогодні такий добір є важливою проблемою для планування як профілактичних, так і системних заходів контролю шкідників та хвороб в умовах закритого ґрунту з огляду на встановлені режими мікроклімату у теплицях з підбором ефективних варіантів, строків застосування зі зміною відповідних параметрів гідротермічного режиму теплиці на період основної ефективної дії того чи іншого пестициду [14, с. 168–170].

Слід зауважити, що серед комплексу хвороб томатів в умовах закритого ґрунту фітофтороз є одним із самих небезпечних захворювань рослин, який швидко адаптується до мікрокліматичних режимів теплиць та може суттєво знизити як продуктивність площі теплиць, так і товарність вирощеної продукції [15, с. 2–4]. Це вимагає ретельних протифітофторозних заходів особливо у теплицях де застосовується система крапельного зрошення та застосовуються системи обігрівного та інсоляційного типу підтримання температурного режиму за варіантів звичайного вентиляційного провітрювання за відсутності спеціальних мікрокліматичного контрольного датчикового обладнання [16, с. 90].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відмічено, що фітофтороз томатів є одним із основних захворювань рослин в умовах закритого ґрунту, який може спричинити зниження їх урожайності на 38–65% та зниження товарності плодів щонайменше на 25% [17, с. 4–6]. Встановлено, що оптимальними умовами для розвитку збудника фітофторозу томатів є температурний режим у інтервалі 20–25 °C за відносної вологості повітря на рівні 70–90% [18, с. 38–40]. Сприяє поширенню збудника у теплиці відсутність зелених операцій з формування штамба із залишенням нижнього листя та інтенсивного вегетативного рослинного пасинкування, щільна схема посадки самих рослин та застосування режиму

оходожуючого дощування [19, с. 1432]. Сприятливими чинниками є також інтенсивні коливання денних і нічних температур за регулювання відповідних режимів мікроклімату дня та ночі, а також відсутність вентилявання рослинних секторів [20, с. 15–19; 21, с. 98–99].

Встановлено також, що несприятливі умови для розвитку та поширеності патогенна складаються за високих позитивних температури понад 25 °С на фоні рівня відносної вологості повітря в інтервалі 50–60% [22, с. 9–12]. Позитивним при цьому є формування правильної системи зелених операцій при формуванні куща томатів, видалення старого листя нижніх ярусів, активне періодичне вентилявання приміщення теплиць, запобігання інтенсивній конденсації вологи на листі рослин [23, с. 338–339].

Фітопатологічними дослідженнями встановлено, що для збудника фітофторозу властивим є певна адаптивність до кліматичних режимів впродовж стадії зараження та інтенсивного поширення на рослині, проте ці пристосування стосуються нетривалих змін вологості та температури у часовому вимірі [24, с. 211–212]. При цьому відмічається що ефективність фунгіцидних програм проти фітофторозу як в польових умовах, так і в умовах закритого ґрунту на томатах є результатом взаємодії абіотичних чинників довкілля чи параметрів мікроклімату теплиць з відповідною діючою речовиною фунгіциду, кратністю її застосування та фенологічними періодами застосування [25, с. 392–393]. Це дозволяє корегувати біологічну та технічну ефективність фунгіцидів проти фітофторозу томатів на основі регулювання відповідних супутніх процесу параметрам мікроклімату, що є актуальним саме у випадку умов закритого ґрунту [26, с. 237; 27, с. 2–4; 28, с. 834].

З огляду на вказані факти актуальним є вивчення ефективності та доцільності підбраної системи захисту проти фітофторозу томатів в умовах захищеного ґрунту за різних варіантів режимів температури, концентрації вуглекислого газу, відносної вологості повітря тощо. Це завдання і було метою проведених досліджень.

Метою дослідження було дослідити ефективність та доцільність застосування вивчаємих фунгіцидів з позиції спряженого регулювання параметрів мікроклімату у теплиці на період їх внесення.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження було закладено та проведено в період 2022–2024 рр. на базі ТОВ «ОВОЧЕВИЙ КОМБІНАТ СТАНИШІВКА» (Житомирська обл. Житомирський р-н с. Станишівка). Загальна площа тепличного комплексу 6 га. Рослини вирощували у системі другого овочевого обороту. У якості субстрату було використано мінеральну вату при застосуванні крапельного поливу. Застосовано літній варіант посадки розсади з площею живлення 2,5 рослини на м². Як об'єкт вивчення було використано гібрид Лілос.

Лілос (F₁). Належить до високорослих гібридів придатних для культивування в різних варіантах теплиць. Посухостійкий, витривалий до пониження температури на короткому періоді. Високопродуктивний навіть у випадку комбінованого стресового впливу. Стійкий до ґрунтової нематоди та кладоспоріозу. Можливе його вирощування у варіантах двох оборотів. Рекомендоване лише ручне збирання. Характеризується високою щільністю та механічною міцністю плодів.

Програма дослідного фунгіцидного контролю фітофтори передбачала схему представлену у таблиці 1. Було застосовано лінійку біологічних фунгіцидів Фітоцид-р, VIRIDIN (Триходермін) та Еко-препарат Effect. Серед класичних було використано: Курзат М, Банджо Форте та Зорвек Інкантія.

Сформована система застосування фунгіцидів передбачала диференційовані варіанти з співставленням до класичного варіанту внесення хімічних фунгіцидів

та комплексного біоорганічних для оцінки ефективності та доцільності використання в умовах закритого ґрунту біоорганічних варіантів захисту томатів від фітофторозу.

VIRIDIN (Триходермін) [29, с. 1] у своєму складі містить відселектований штам гриба *Trichoderma*, який синтезує широкий спектр біологічно активних компонентів фунгіцидного характеру дії.

Таблиця 1

**Схема дослідження ефективності фунгіцидної композиції
за вирощування томатів та зміни параметрів мікроклімату теплиці
на крапельному зрошенні, 2022–2024 рр.**

Варіант дослідження (чинник А)	Варіант мікроклімату (чинник В)	Періодизація застосування фунгіцидів шляхом обприскування (чинник С)		
		фаза 8–10 листків на головному пагоні (ВВСН 42–44)	фаза появи 1–3 суцвіття (ВВСН 50–53)	фаза початку росту плодів (ВВСН 70–73)
І. Контроль	Секція 1*	Обприскування водою		
	Секція 2			
	Секція 3			
ІІ. Класична система захисту	Секція 1	Курзат М 68% вдг, 0,2–0,3 г/м ²	Зорвек Інкантія, 33% с.е. – 0,05 мл/м ²	Банджо Форте КС, 0.1 мл/м ²
	Секція 2			
	Секція 3			
ІІІ. Біологічна система захисту	Секція 1	Триходермін (VIRIDIN), 20 г, 20 г / 5 л води / 1 сотку	Фітоцид-р, 5 мл / 5 л води / 1 сотку	Effect, 5 г / 5 л води / 1 сотку
	Секція 2			
	Секція 3			
ІV. Біологічна посилена система захисту	Секція 1	Триходермін (VIRIDIN), 20 г, 20 г / 5 л води / 1 сотку + Фітоцид-р, 5 мл / 5 л води / 1 сотку	Фітоцид-р, 5 мл / 5 л води / 1 сотку + Effect, 5 г / 5 л води / 1 сотку	Effect, 5 г / 5 л води / 1 сотку двічі з інтервалом у 7–10 діб
	Секція 2			
	Секція 3			

* – пояснення до ідентифікації варіанту у розділі методики.

Пригнічує розвиток патогенна безпосереднім прямим паразитуванням за рахунок виділення ферментів та антибіотиків основних з яких є глікотоксин та вірідін. Препарат сертифікований Органік Стандарт як біофунгіцид (відповідно до постанови ЄС 834/2007 та 889/2008). Норма витрати 20 г/5 л води/1 сотку. Максимальна кратність обробки впродовж вегетації томатів 3).

Фітоцид-р [30, с. 1] – містить живу культуру ендоефітної бактерії *Bacillus subtilis* (концентрація 1х10⁹ до 4х10⁹ КУО/см³) та її активні метаболіти, що ефективно пригнічують діяльність цілого спектру фітопатогенів. Норма витрати 0,5–2,5 л/га, шляхом обприскування рослин у період вегетації. Максимальна кратність обробки 2. Зареєстрований як біоорганічний фунгіцид для використання у системі органічного овочівництва (посвідчення про державну реєстрацію А № 03625).

Біологічний фунгіцид для томатів Effect [31, с. 1] використовується як біологічний фунгіцид за вирощування томатів, а також сприяє оптимізації азотно-фосфорного живлення рослин. Містить у своєму складі корисну мікробіоту *Azotobacter*

vinelandii та *Bacillus subtilis*, а також ферменти та біологічні продукти їх життєдіяльності, які виступають як ефективні антагоністи більшості грибово-бактеріальних інфекцій. Механізм роботи біофунгіциду на основі живих бактерій полягає в тому, що бактерії *Bacillus subtilis* живляться грибовими спорами-збудниками захворювання, в той час як бактерії *Azotobacter vinelandii* трансформують проміжні продукти розпаду у корисні продукти – джерела для рослин мікроелементів та органічних кислот (нікотинова та пантотенова кислоти), а також біологічно активних компонентів (біотин, гетероауксин, азот та фосфор тощо). Застосування цього біопестициду дозволяє підвищити стійкість рослин до ураження патогенна, а також суміжно підвищують стійкість до високих та низьких температур, поліпшують лежкість плодів та подовжують термін їх зберігання. Норма витрати препарату в умовах теплиці 5 л/100 м². Кратність обробки 3–4 з інтервалом до 15–20 діб.

Курзат М (Corteva, США, цимоксаніл (45 г/кг) + манкоцеб (680 г/кг.) [32, система електронного пошуку]. Фітопатогени: фітофтороз, альтернаріоз, макроспоріоз, суха плямистість, септоріоз, ризоктоніоз, чорна плямистість, перноспороз. Норма витрати 2,0–2,5 кг/га. Поеднує ефекти дії: профілактичні, лікувальні, перешкоджаючі спору ношенню при патогенезі. Цимоксаніл характеризується системною дією за рахунок швидкого поглинання листям та демонструє швидкий стоп-ефект. Другий компонент фунгіциду – манкоцеб – гарантує контактну систему захисту. Крім того препарат збагачений марганцем і цинком та має ефект мікродобрива. Норма витрати препарату у теплиці 20–25 г/ сотку. Кратність обробки 2–3.

Банджо Форте (ADAMA, Ізраїль, диметоморф (200 г/л) + флузінам (200 г/л)) [32, система електронного пошуку]. Діюча речовина флузінам володіє системними властивостями, тривалою захисною дією та ефективною інгібуючу дію на стадії спороношення на всіх стадіях розвитку. Диметоморф виконує захисну функцію як поверхнево, так і внутрішньотканинно, формуючи стійку плівку на поверхні рослин, яка не змивається опадами чи при дощуванні. захищає рослини від патогенів як на листовому апараті (поверхнево), так і в її тканинах. Потрапляючи на рослину при обробці, засіб утворює міцну захисну плівку на поверхні, яка не розчиняється у воді і не змивається опадами. Має тривалий період дії до 14 днів та не викликає резистентності. Норма витрати до 0,8–1,0 л/га.

Зорвек Інкантія (Corteva, Франція, оксатіапіпролін (30 г/л), фамаксадон (300 г/л)) [32, система електронного пошуку]. Є двокомпонентним фунгіцидом та представником нового класу фунгіцидів (піперидиніл тіазол ізоксазоліни) для контролю патогенів з класу ооміцети. Володіє інноваційним механізмом протидії збуднику хвороб та не має властивості резистентності за сумісного внесення з іншими фунгіцидами. Володіє ефектом дії «стоп-ефект» за рахунок «капсулювання» інфікованих клітин. Норма витрати пестициду 0,4–0,5 л/га. Максимальна кратність обробки 2 з інтервалом у 10–15 діб.

Для внесення фунгіцидів, шляхом дрібнодисперсного обприскування було використано ранцевий обприскувач.

Для формування варіанту мікрокліматичних параметрів росту і розвитку рослин було використано відділ тепличного комплексу розділений секційно для багатоцільового використання корисної площі. У контрольному варіанті (1 секція) підтримувалась стандартний температурний та вологісний режим, який технологічно застосовується у теплиці за стандартної технології вирощування томатів від висадки розсади у теплицю до фенологічної фази плодоношення, зокрема: нічна температура 17–18 °С, денна 20–22 °С, відносна вологість повітря 70–75%. У другій секції нічну температуру утримували на тому ж рівні а денну підвищували до

25–27 °С, а відносну вологість до 86–90%. У третій дослідній секції нічну температуру утримували на рівні 20–22 °С, денну на рівні до 27–29 °С, а відносну вологість на рівні 65–70%. При цьому концентрацію CO₂ в теплиці у всіх секціях утримували на рівні 400–500 ppm. На всіх варіантах підтримувався застосовувався одно типовий режим освітлення. Для створення різниці у температурі та відносній вологості повітря у варіантах секцій 2 та 3 застосовувався додаткова мобільна система кондиціювання сухим підігрітим повітрям, а у секції 2 з періодичним (раз на 12 годин) дрібнодисперсним (формування дрібнодисперсного туману) розв'язанням води за використання обприскувача пневматичного RZTK 2M.

Для постійного контролю вологості та температури повітря застосовувався прилад датчикового типу Benetech GM1361(0%~100%RH).

У кожній секції застосовувались фунгіциди відповідно до вказаної схеми досліджу.

За різних умов температури та відносної вологості повітря застосовували прийняту у теплиці технологію догляду за рослинами, яка передбачала:

- режим крапельного зрошення: до цвітіння в місяць до 5–10 поливів по 100 мл під рослину (залежно від інтенсивності освітлення), у період плодоношення до 10–40 поливів (в залежності від генерації рослини, освітлення та інтенсивності плодоношення);

- для стимуляції росту застосовують Радіфарм – 6 л/га (2 рази під корінь через 14 днів) та Превікур – 3 л/га (той же режим застосування). Для листового підживлення: Брексіл Са – 0,8 кг/га та Мегафол – 3 л/га вносять по листку від фази цвітіння до фази плодоношення).

Для контролю ступеня ураженості рослин томатів фітофторою було застосовано стандартну шкалу обліку ураження рослин томатів фітофторозом [33, с. 47–52].

Ступінь ураження плодів томату фітофторозом проводили шляхом оцінки показника на 5 куцах у кожному повторенні та виражали у %.

Показник розвитку фітофторозу (Р) на рослинах визначали, застосовуючи формулу 1:

$$P = \frac{100 \times \sum nx\delta}{N \times B} \quad (1)$$

де $\sum(a \times b)$ – сума добутків кількості уражених рослин, шт. (n) на відповідний бал їх ураження (b); N – загальна кількість рослин в обліку, шт.; B – максимальний бал шкали оцінки ураження.

Показник ефективності дії застосованої фунгіцидної програми на фоні зміни мікроклімату утримання рослин у теплиці визначали застосовуючи формулу 2:

$$E_{\delta} = \left(\frac{P_{\kappa} - P_{\delta}}{P_{\kappa}} \right) \times 100 \quad (2)$$

де P_κ – показник розвитку хвороби на контролі; P_δ – показник розвитку хвороби рослин на відповідному варіанті схеми досліджу.

Додатково для оцінки ефективності та доцільності застосування фунгіцидів з огляду на зміну гідротермічних умов утримання рослин томатів у теплиці застосовували стандартні показники отриманого додаткового урожаю у порівнянні із контрольним варіантом.

Для статистичної обробки результатів застосовано стандартну схему дисперсійного аналізу з калькуляцією показника найменшої істотної різниці для рівня значимості $p < 0,05$.

Виклад основного матеріалу дослідження. Результати оцінки фітопатологічного стану рослин у розрізі застосованих варіантів досліду засвідчили істотну роль мікрокліматичних умов у формуванні показника розвитку фітофторозу на рослинах томатів. При цьому характер відмінностей визначено як у межах застосованих варіантів, так і у співставленні років досліджень на варіанті без додаткового застосування фунгіцидів (табл. 2).

Міжрічне варіювання показника розвитку хвороби на стадію першого обліку (ВВСН 42–44) було на рівні 28,9%, на стадію другого обліку (ВВСН 50–53) 21,5% та на стадію третього обліку (ВВСН 70–73) 19,8%. При цьому аналогічний показник варіювання для ступеня ураження рослин становив 22,2%.

Таблиця 2

Оцінка динаміки розвитку фітофторозу томатів залежно від варіантів мікроклімату у контрольному варіанті досліду, 2022–2024 рр.

Рік	Варіант параметрів мікроклімату*	Розвиток хвороби, %			Ступінь ураження на кінець вегетації, бал** (розвиток хвороби (%))
		фаза 8–10 листків на головному пагоні (ВВСН 42–44)	фаза появи 1–3 суцвіття (ВВСН 50–53)	фаза початку росту плодів (ВВСН 70–73)	
2022	Секція 1	4,7 ± 1,3	8,7 ± 1,2	21,8 ± 2,3	4 (35,7 ± 2,9)
	Секція 2	5,8 ± 1,1	11,3 ± 1,7	28,7 ± 3,2	4 (45,9 ± 4,1)
	Секція 3	2,9 ± 0,8	5,4 ± 1,1	8,7 ± 1,4	2 (9,8 ± 0,9)
2023	Секція 1	2,6 ± 1,8	7,1 ± 1,9	13,7 ± 2,5	3 (21,4 ± 2,3)
	Секція 2	3,5 ± 1,4	9,8 ± 1,9	26,3 ± 2,4	4 (39,2 ± 3,5)
	Секція 3	1,9 ± 0,5	3,2 ± 0,8	5,7 ± 1,1	2 (6,5 ± 1,1)
2024	Секція 1	4,4 ± 1,2	9,4 ± 1,5	24,8 ± 2,1	4 (37,3 ± 2,1)
	Секція 2	6,9 ± 1,2	14,5 ± 2,1	32,3 ± 1,8	5 (51,4 ± 3,5)
	Секція 3	3,1 ± 0,7	7,2 ± 1,2	11,3 ± 1,5	3 (17,2 ± 1,8)

*Секція 1: нічна температура 17–18 °С, денна 20–22 °С, відносна вологість повітря 70–75%; Секція 2: нічна температура 17–18 °С, денна 25–27 °С, відносна вологість повітря 86–90%; Секція 3: нічна температура 20–22 °С, денна 27–29 °С, відносна вологість повітря 65–70%. ** бал ураження відповідно до загальноприйнятої шкали оцінки ураження фітофторозом.

Сам характер формування показника розвитку хвороби демонстрував характер динамічно накопичувального показника, що відповідає біологічній тактиці патогенна фітофторозу. особливо в умовах закритого ґрунту, відмічену у цілому ряді досліджень [15, с. 4; 24, с. 212; 25, с. 393]. Істотні річні відмінності встановлено також для оціночно балу ураження із середнім середньобагаторічним балом ураження у значенні 3,44 на кінець вегетації з мінімальним значенням для умов 2023 року – 3 бали відповідно до оціночної шкали. Для умов 2023 року також було встановлено і мінімальні значенні показника розвитку хвороби з індексом 0,74 у співвідношенні до умов 2022 року та 0,63 для умов 2024 року.

Встановлено і істотність як розвитку хвороби, так і ступеня ураження для різних варіантів мікроклімату у межах застосованих варіантів секцій. У співставленні до прийнятих у теплиці умов мікроклімату (секція 1) варіант із підвищеною

середньодобовою температурою на фоні підвищеної вологості повітря (секція 2), тобто режим який є найбільш сприятливим для циклу розвитку фітофторозу [27, с. 2–3] – сприяв у середньому істотному підвищенню показника розвитку хвороби з індексом зростання у значенні 1,38 на першу стадію обліку (BVCH 42–44), 1,41 на другу стадію обліку (BVCH 50–53) та 1,45 на третю стадію обліку (BVCH 70–73).

На противагу даному варіанту мікрокліматичного режиму підтримання його умов у значенні високих денних температур з мінімальною різницею до нічних на фоні низької відносної вологості повітря, що відповідає обмежувальним абіотичним параметрам розвитку фітофторозу на помідорах [24, с. 211–212] – формувало істотно нижчі показники як розвитку хвороби, так і ступеня кінцевого ураження. При цьому динаміка вказаного зниження мала характер сталого зростання із понижуючим коефіцієнтом у співставленні до варіанту із традиційним режимом мікроклімату (секція 1) у значенні 1,33 на першу стадію обліку (BVCH 42–44), 1,37 на другу стадію обліку (BVCH 50–53) та 1,57 на третю стадію обліку (BVCH 70–73). При цьому середній бал ураження був вдвічі меншим, ніж у варіанті мікроклімату сприятливого для розвитку патогенна (секція 2). Визначено також статистично достовірні відмінності розвитку фітофтори томатів за різних варіантів застосування фунгіцидів (табл. 3).

Таблиця 3

Ефективність захисту томатів від фітофтори залежно від варіантів мікроклімату, 2022–2024 рр. (з оцінкою на кінець вегетації)

Варіант досліджу*	Варіант параметрів мікроклімату**	Розвиток хвороби, %			Ефективність системи, %**		
		2022	2023	2024	2022	2023	2024
I	Секція 1	35,7	21,4	37,3	—	—	—
	Секція 2	45,9	39,2	51,4	-28,6	-83,2	-37,8
	Секція 3	9,8	6,5	17,2	72,5	69,6	53,9
II	Секція 1	4,5	3,1	6,5	87,4	85,5	82,6
	Секція 2	10,2	8,4	14,9	71,4	60,7	60,1
	Секція 3	1,7	2,1	3,7	95,2	90,2	90,1
III	Секція 1	7,4	5,5	9,1	79,3	74,3	75,6
	Секція 2	13,8	10,3	20,8	61,3	51,9	44,2
	Секція 3	5,1	3,8	4,7	85,7	82,2	87,4
IV	Секція 1	4,8	3,5	7,7	86,6	83,6	79,4
	Секція 2	10,7	8,5	15,9	70,0	60,3	57,4
	Секція 3	1,9	1,3	1,7	94,7	93,9	95,4
*HIP ₀₅		2,1	1,8	2,8	0,8	1,7	1,5

* Відповідно до схеми досліджу (табл. 1); ** Секція 1: нічна температура 17–18 °С, денна 20–22 °С, відносна вологість повітря 70–75%; Секція 2: нічна температура 17–18 °С, денна 25–27 °С, відносна вологість повітря 86–90%; Секція 3: нічна температура 20–22 °С, денна 27–29 °С, відносна вологість повітря 65–70%; ** – за контроль взято комбінацію значень у поєднанні I варіант з параметрами мікроклімату секції 1.

Визначено, що варіанти фунгіцидної програми обмеження фітофтори томатів були різними як у співставленні вивчаємих варіантів, так і у співставленні застосованих режимів мікроклімату. Так для варіанту II застосування фунгіцидів (табл. 1) з приміненням препаратів з класичним варіантом хімічно синтезованої діючої речовини середньобагаторічний показник розвитку хвороби був на рівні 6,12% за середньої за період оцінки ефективності системи захисту на рівні 80,36%. Відповідні аналогічні параметри для варіанту III становили 8,94% та 71,32% відповідно, а для варіанту IV – 7,01% та 77,72%.

Зміна параметрів мікроклімату впливала на загальну ефективність застосованої системи захисту як з позиції розвитку хвороби, так і з позиції ефективності самої системи у співставленні до контрольованих умов мікроклімату прийнятих в умовах тепличного господарства без застосування фунгіцидів. Зокрема, у середньому по варіантах застосування фунгіцидів за використання стандартної схеми мікроклімату (секція 1) розвиток хвороби становив 5,79% а середня ефективність застосованих варіантів захисту 81,59%. За зміни режиму на сприятливий патогену *Phytophthora infestans* (секція 2) розвиток хвороби у середньому зростав до рівня 12,93% за зниження ефективності системи захисту до 58,76%. У варіанті мікроклімату, який з огляду на дослідження обмеженості патогенна сприяв підвищенню рівню обмеженості його розвитку (секція 3) аналогічні показники були на рівні 3,36% та 89,06% відповідно.

При цьому різні варіанти застосування власне відповідних фунгіцидів та супутніх ним діючих речовин також мали істотну різницю у розрізі варіантів встановленого мікроклімату. У варіанті II (класична система захисту) з приміненням рекомендованих класичних фунгіцидів, у співставленні до варіанту застосованого на товарних площах теплиці в умовах господарства мікроклімату, на фоні формування сприятливих для патогенна параметрів температури та вологості відмічено середнє за період досліджень зростання розвитку хвороби в 2,42 рази при зниженні загальної ефективності системи захисту на 25%. Аридизація мікрокліматичних параметрів, навпаки, сприяла зниженню розвитку хвороби з індексом 0,53 до контролю (секція 1) при підвищенні ефективності системи захисту з середнім індексом 1,08.

Для варіанту біологічної системи захисту (варіант III) на варіанті мікроклімату з позитивним ефектом для розвитку патогену (секція 2) розвиток хвороби зростав у 2 рази до контролю при зниженні ефективності захисту з індексом на рівні 0,69. Для умов зниження сприятливості мікрокліматичного режиму для патогена, аналогічні показники спів ставних коефіцієнтів були на рівні 0,63 та 1,11 відповідно.

Для варіанту посиленого біологічного захисту (IV) для варіанту сприятливого мікроклімату дані показники були у значенні 2,24 та 0,59, а у випадку зміни на несприятливі – 0,75 та 1,14 відповідно.

При цьому варіант посиленого біологічного захисту у середньо багаторічному вимірі засвідчив вищі рівні ефективності у контролі як за показником розвитку хвороби, так і за показником ефективності варіанту системи захисту більш виражений у варіанті застосування параметрів мікроклімату менш сприятливих для біологічного циклу розвитку та поширення збудника фітофторозу. Такі результати позитивно співвідносяться із результатами ряду досліджень [12, с. 777; 26, с. 237–238; 27, с. 4–5], де відмічається, що біологічні та мікробіологічні активні агенти біофунгіцидів мають вищий рівень адаптивності до зміни гідротермічних параметрів їх застосування, а тому можуть за екстремальних умов у межах високої амплітуди зміни значень демонструвати більшу біологічну ефективність, ніж класичні хімічні компоненти фунгіцидів, які мають певні обмеження для варіанту

підвищення температури та істотного зниження відносної вологості (що у нашому випадку відповідає умовам мікроклімату дослідної секції 3). Це, зокрема, узгоджується з результатами рівня підвищення ефективності системи захисту у варіанті секції 3 мікроклімату із максимальним середньобагаторічним значенням у співставленні до інших варіантів програми досліджень. При цьому, за варіанту мікроклімату, що забезпечує оптимізацію розвитку патогенна істотність різниці між варіантами класичної схеми та варіанту посиленого біологічного захисту не відмічена. З іншого боку, такий характер формування показників позитивно співвідноситься із ефектом додаткових ріст регулюючих та стресово коректуючих речовин, наявних у ряді біофунгіцидів, використаних у відповідних варіантах системи захисту та підтверджується окремими дослідженнями [25, с. 394].

З огляду на те, що в оцінці ефективності системи захисту рослин, особливо в умовах закритого ґрунту, важливим є забезпечення і реалізації урожайного потенціалу рослин [10, с. 1–2] було проаналізовано і показники урожайності томатів за класичними показниками у розрізі застосованих варіантів мікроклімату та програми захисту від фітофтори (табл. 4).

Таблиця 4

**Господарська ефективність систем захисту томатів від фітофтори
залежно від варіантів мікроклімату (середнє за 2022–2024 рр.)**

Варіант досліду*	Варіант параметрів мікроклімату**	Сер. маса одного плоду, г	Вихід товарних плодів, %	Урожайність, кг/м ²	+ до контролю, кг/м ²
I	Секція 1	144,5	77,9	7,4	–
	Секція 2	112,7	48,2	3,8	-3,6
	Секція 3	132,5	78,7	6,9	-0,5
II	Секція 1	169,7	94,8	12,1	4,7
	Секція 2	158,3	88,9	10,8	3,4
	Секція 3	160,2	95,3	11,4	4,0
III	Секція 1	160,8	90,5	10,3	2,9
	Секція 2	140,7	80,9	8,4	1,0
	Секція 3	155,8	91,2	9,8	2,4
IV	Секція 1	166,4	95,2	11,7	4,3
	Секція 2	155,7	85,6	10,2	2,8
	Секція 3	168,1	96,7	12,4	5,0
*НІР ₀₅		3,5	0,5	0,5	–

* Відповідно до схеми дослідів (табл. 1); ** Секція 1: нічна температура 17–18 °С, денна 20–22 °С, відносна вологість повітря 70–75%; Секція 2: нічна температура 17–18 °С, денна 25–27 °С, відносна вологість повітря 86–90%; Секція 3: нічна температура 20–22 °С, денна 27–29 °С, відносна вологість повітря 65–70%.

Отримані результати такого аналізу підтвердили визначені високі ризики втрати урожайності томатів за їх вирощування в умовах закритого ґрунту, особливо за режимів мікроклімату, які позитивно впливають на розвиток та поширеність захворювання [8, с. 405]. При цьому доведено суттєву роль системи захисту

у забезпеченні збереженості відповідних рівнів урожайності томатів. Так, на контрольному варіанті без застосування фунгіцидів за варіанту мікроклімату сприятливого для розвитку патогена зниження у середньому за період досліджень зниження середньої маси плоду було у значенні 22,0%, зниження виходу тованих плодів на 38,1%, зниження урожайності на 48,6%. Застосування зростання аридізації мікроклімату для створення несприятливих умов для розвитку і поширеності фітофторозу (секція 3) також зумовило зниження показників структури урожаю томатів: середньої маси плодів на 2,6%, урожайності на 1,5% проте підвищення виходу тованих плодів на 1,1%. Тобто за відсутності системи захисту з позиції урожайності варіант застосованого мікроклімату в теплицях в умовах господарства мав певні переваги перед іншими варіантами мікроклімату.

Встановлено в середньому у варіанті класичної системи застосування фунгіцидів, у співставленні до контрольного варіанту (з усередненням значень по варіантах мікроклімату) індекс зростання показника середньої маси одного плоду у значенні 1,25, виходу тованих плодів у значенні 1,36, урожайності у значенні 1,90. Статистично близьким по ефективності у тому ж варіанті співставлення був варіант застосування біологічної посиленої системи захисту де визначено аналогічні коефіцієнти з тенденцією росту у значенні 1,24, 1,35 та 1,89 відповідно. Варіант біологічної системи захисту був нижчим від двох варіантів класичного та посиленого біологічного захисту (для даного масиву показників) у середньому на 12,7%.

Співставлення між собою варіантів режимів мікроклімату засвідчило переваги рекомендованого варіанту даних параметрів над іншими варіантами. При цьому встановлена середнє зменшення за масивом показників урожайної продуктивності у значенні 11,3% для варіанту мікроклімату сприятливого для розвитку патогена та 2,3% для варіанту несприятливого його біологічної етіології.

Слід зауважити що у кінцевому варіанті максимальні показники урожайності томатів було відмічено у варіантах застосування стандартного варіанту мікроклімату вирощування томатів в умовах господарства за застосування класичної системи захисту 12,1 кг/м² та за біологічної посиленої системи захисту у варіанті мікроклімату з посиленою юридизацією за показником температури повітря та його відносної вологості – 12,4 кг/м² відповідно.

Висновки і перспективи подальших досліджень. На підставі проведених досліджень визначено, що ефективність застосованих варіантів захисту від фітофторозу можна підвищувати поєднуючи їх застосування із відповідною зміною мікроклімату вирощування томатів.

Для максимально ефективного поєднання протифітофторозної направленості технологій захисту ефективним буде застосування варіантів посиленого біологічного захисту, який передбачає застосування біологічного посиленого варіанту захисту проти фітофтори за таких параметрів мікроклімату: нічна температура 20–22 °С, денна 27–29 °С, відносна вологість повітря 65–70%. Таке поєднання, за відносних ризиків певного зниження урожайності плодів, забезпечить зростання частки їх товарності та дозволить істотно посилити ефективність біологічного захисту томатів, підвищити органічність отриманої продукції та з огляду на вартість препаратів для класичного варіанту захисту сприятиме підвищенню економічної складової її вирощування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Alia M. E., Karimb M. R., Talukderc F. U., Rahmanc M. S. Growth and yield responses of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) under different combinations of

planting times and fertilizers. *Reviews in Food and Agriculture*. 2020. Vol. 1. № 2. P. 74–81.

2. Abdelmageed A.H., Gruda, N., Geyer, B. Effect of high temperature and heat shock on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) genotypes under controlled conditions. In *Conference on International Agricultural Research for Development*. 2003. Vol. 34. №. 10. P. 1064–1076.

3. Aznar-Sánchez J. A., Velasco-Muñoz J. F., López-Felices B., Román-Sánchez I. M. An analysis of global research trends on greenhouse technology: towards a sustainable agriculture. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020. Vol. 17. 664.

4. Choab N., Allouhi A., El Maakoul A., Kousksou T., Saadeddine S., Jamil A. Review on greenhouse microclimate and application: Design parameters, thermal modeling and simulation, climate controlling technologies. *Sol. Energy*. 2019. Vol. 191. P. 109–137.

5. Colantoni A., Monarca D., Marucci A., Cecchini M., Zambon I., Di Battista, F. Solar radiation distribution inside a greenhouse prototypal with photovoltaic mobile plant and effects on flower growth. *Sustainability*. 2018. Vol. 10. 855.

6. Hanan J. Greenhouses: Advanced Technology for Protected Horticulture. 2017. doi: 10.1201/9780203719824

7. Hunjan M. S., and Lore J. S. Climate Change: Impact on Plant Pathogens, Diseases, and Their Management. In: *Crop Protection Under Changing Climate*. Eds. K. Jabran, S. Florentine and B. S. Chauhan (Cham: Springer International Publishing), 2020. P. 85–100.

8. Kamel A., Nicot P., Guechi A., Bardin M., Mohamed C. Grey mould development in greenhouse tomatoes under drip and furrow irrigation. *Agron. Sustain. Dev.* 2008. Vol. 28. P. 403–409.

9. Kim J. H., Castroverde C. D. M., Huang S., Li C., Hilleary R., Seroka A. Increasing the resilience of plant immunity to a warming climate. *Nature*. 2022. Vol. 607. P. 339–344.

10. Khan N., Ray R. L., Sargani G. R., Ihtisham M., Khayyam M., Ismail S. Current progress and future prospects of agriculture technology: gateway to sustainable agriculture. *Sustainability*. 2021. Vol. 13. 4883.

11. Kruidho H. M., Elmer W. H. Cultural Methods for Greenhouse Pest and Disease Management. In: *Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops*. Eds. M. L. Gullino, R. Albajes and P. C. Nicot (Cham: Springer International Publishing). 2020. P. 285–330.

12. Juroszek P., Laborde M., Kleinhenz B., Mellenthin M., Racca, P. Sierotzki H. A review on the potential effects of temperature on fungicide effectiveness. *Plant Pathology*. 2022. Vol. 71. P. 775–784.

13. Al-Naimi F. A., Garrett K. A., Bockus W. W. Competition, facilitation, and niche differentiation in two foliar pathogens. *Oecologia*. 2005. Vol. 143. P. 449–457.

14. Shipp J.L., Clarke N.D. Decision tools for integrated disease management. In: Albajes R., Gullino M.L., van Lenteren J.C., Elad Y. (Eds.), *Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops*, Kluwer Academic Publishing, Dordrecht. 1999. P. 168–182.

15. Srisawad N., Petchaboon K., Sraphet S., Tappiban P., Triwitayakorn K. Possible Reasons Affecting Different Phytophthora infestans Populations in Tomato and Potato Isolates in Thailand. *Diversity*. 2023. Vol. 15. 1121.

16. Kittas C., Katsoulas N., Bartzanas T. Greenhouse climate control in mediterranean greenhouses. *Cuadernos de estudios agroalimentarios*. 2012. Vol. 26. № 3. P. 89–114.

17. Nowicki M., Foolad M.R., Nowakowska M., Kozik E.U. Potato and tomato late blight: an overview. *Plant Diseases*. 2012. Vol. 96. № 1. P. 4–17.

18. Rhouma A., Hajji-Hedfi L., Atallaoui K. Potato late blight: the pathogen, the menace, the sustainable control. *DYSONA – Life Science*. 2024. Vol. 5. № 1. P. 37–51.

19. Thomidis T., Prodromou I., Paresidou M., Damos P. Effects of temperature and leaf wetness duration on pathogens causing preharvest fruit rots on tomato. *Plant Pathology*. 2023. Vol. 105. P. 1431–1448.
 20. Papasolomontos A., Baudoin W., Litaladio N., Castilla N., Baeza E., Montero J. I. Good Agricultural Practices for greenhouse vegetable crops Principles for Mediterranean climate areas. 2013. 641 p.
 21. Berlinger M.J., Jarvis W.R., Jewett T.J., LebuishMordecai S. Managing the greenhouse, crop, and crop environment, in: Albajes R., Gullino M.L., van Lenteren J.C., Elad Y. (Eds.), *Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1999. P. 97–103.
 22. Albajes R., Gullino M.L., van Lenteren J.C., Elad Y. (Eds.), *Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1999. 221 p.
 23. Elad Y., Bélanger R.R., Köhl J. Biological control of diseases in the phyllosphere, in: Albajes R., Gullino M.L., van Lenteren J.C., Elad Y. (Eds.), *Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 1999. P. 338–352.
 24. Fry W.E. *Phytophthora infestans*: the plant destroyer. *Plant Pathology*. 2016. Vol. 32. № 3. P. 210–225.
 25. Harrison J.G., Griffin D.A., Morgan W.G. The biology of *Phytophthora infestans* in relation to late blight management. *Plant Pathology*. 2015. Vol. 64. № 2. P. 391–403.
 26. Stephan D., Schmitt A., Martins Carvahlo S., Seddon B., Koch E. Evaluation of biocontrol preparations and plant extracts for the control of *Phytophthora infestans*. *European Journal of Plant Pathology*. 2005. 112: 235–246.
 27. Ivanov A.A., Ukladov E.O., Golubeva T.S. *Phytophthora infestans*: An Overview of Methods and Attempts to Combat Late Blight. *Journal of Fungi*. 2021. Vol. 7. № 12. 1071.
 28. Sharma P., Mashaniya R.K., Singh D.P. Late blight disease of tomato: advances in pathogen detection and management strategies. *Plant Pathology*. 2020. Vol. 102. № 4. P. 833–849.
 29. VIRIDIN (Триходермін). Характеристика препарату. 2025. URL: <https://agro.enzim.biz/viridin-triiodermin.html> (дата звернення: 13.05.2025).
 30. Біологічний фунгіцид для томатів Effect Біохім-Сервіс Україна Характеристика препарату. 2025. URL: <https://agroretail.com.ua/ua/p513552080-eko-fungitsid-effect.html> (дата звернення: 13.05.2025).
 31. Біологічний фунгіцид Фітоцид-р. Характеристика препарату. 2025. URL: <https://santino-ua.com/ua/aksessuary/zaschita/fitocid-10ml.html> (дата звернення: 13.05.2025).
 32. Перелік пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. 2025 URL: <https://agrarii-razom.com.ua/preparations> (дата звернення: 13.05.2025).
 33. ASABE Standard (ANSI/ASAE EP406.4) Heating, ventilating and cooling greenhouses, American Society of Agricultural and Biological Engineers. St. Joseph, MI, USA. 2015. 10 p.
 34. Методика проведення фітопатологічних досліджень за штучного зараження рослин. Державна ветеринарна та фітосанітарна служба України, Укр. ін-т експертизи сортів рослин ; за наук. ред. Ткачик С. О., канд. с.-г. наук ; [уклад.: Лещук Н. В. та ін.]. Київ : Нілан, 2014. 74 с.
 35. Ушкаренко В.О., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Методика польового дослідів (зрошуване землеробство). Херсон : Гринь Д.С. 2014. 448 с.
-