

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет

Кафедра ґрунтознавства та землеробства

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

САВЧЕНКО ВАСИЛЬ МИКОЛАЙОВИЧ

УДК: 631.559:633.14

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**ОБҐРУНТУВАННЯ МАЛООБ'ЄМНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ
ТОМАТІВ В УМОВАХ ЗАХИЩЕНОГО ҐРУНТУ У ТОВ «БЛАГОВІСТ»
ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО РАЙОНУ ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

201 Агрономія

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результату та тексту інших авторів мають відповідне посилання на джерело.

_____ В. М. Савченко

Керівник роботи:
Кропивницький Р. Б.
к. с. г. н., доцент

Житомир 2025

Зміст	стор.
Анотація.....	3
Summary.....	3
Вступ.....	4
Розділ 1. Аналітичний огляд літератури та обґрунтування теми кваліфікаційної роботи.....	7
1.1. Овочівництво захищеного ґрунту, як запорука продовольчої безпеки України.....	7
1.2. Український ринок томатів: аналіз динаміки цін, залежності від імпорту та перспектив тепличного бізнесу.....	9
1.3. Вплив конструкцій тепличних споруд і застосованих технологічних систем на характеристики мікроклімату під час вирощування продукції в умовах захищеного ґрунту.....	11
Висновки до розділу 1.....	15
Розділ 2. Місце, умови та методика проведення наукових досліджень.....	16
Висновки до розділу 1.....	18
Розділ 3. Основна експериментальна частина.....	20
3.1. Самоорганізаційні системи вирощування гібридів томату в умовах тепличного комбінату ТОВ «Благовіст».....	20
3.2. Питання синергетики в культивуваційних системах галузі захищеного ґрунту.....	21
3.3. Обґрунтована технологія вирощування гібридів томату в умовах тепличного комбінату ТОВ «Благовіст».....	23
3.4. Обґрунтована система живлення гібридів томату в умовах тепличного комбінату ТОВ «Благовіст».....	27
3.5. Урожайність і якість томату.....	29
3.6. Дослідження впливу мікрокліматичних умов на процес фотосинтезу в промислових тепличних комплексах.....	29
3.7. Економічна та енергетична ефективність дослідних факторів при вирощуванні томату в умовах захищеного ґрунту ТОВ «Благовіст» Тернопільської області.....	32
Висновки до розділу 3.....	34
Рекомендації виробництву.....	36
Висновки	38
Бібліографія.....	39

АНОТАЦІЯ

Савченко В. М. Обґрунтування малооб'ємної технології вирощування томатів в умовах захищеного ґрунту у ТОВ «Благовіст» Тернопільського району Тернопільської області. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістр за спеціальністю 201 – агрономія. – Поліський національний університет, Житомир, 2025.

Кваліфікаційна робота присвячена результатам виробничих досліджень, спрямованих на розробку технологічних заходів та вдосконалення агротехніки вирощування томатів у захищеному ґрунті. Особливу увагу приділено мінімізації негативного впливу на довкілля. Проведено комплексний аналіз ефективності запропонованих заходів та удосконаленої технології, що дозволив оцінити їх вплив на якісні та кількісні показники продукції, отриманої в умовах захищеного ґрунту. Отримані результати підтверджують практичну значущість дослідження та його потенціал для підвищення конкурентоспроможності тепличного виробництва.

Ключові слова: *теплиця, мікроклімат, технологія вирощування, гібриди томату, фази розвитку рослин, поживний розчин, крапельне зрошення, якісні показники, кількісні показники.*

SUMMARY

Savchenko V. M. Justification of low-volume tomato cultivation technology in protected soil conditions at Blagovist LLC in the Ternopil district of the Ternopil region. – Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualifying work for a master's degree in 201 – agronomy. – Polissya National University, Zhytomyr, 2025.

The qualification thesis presents the results of production-oriented research focused on the development of technological measures and the improvement of agronomic practices for tomato cultivation in protected soil conditions. Particular emphasis is placed on minimizing the negative environmental impact. A comprehensive analysis was conducted to evaluate the effectiveness of the introduced measures and the improved technology, with attention to their influence on both qualitative and quantitative indicators of tomato production under greenhouse conditions. The findings confirm the practical relevance of the study and highlight its potential contribution to enhancing the efficiency and competitiveness of protected cultivation systems.

Keywords: *Greenhouse, Microclimate, Growing technology, Tomato hybrids, Plant growth stages, Nutrient solution, Drip irrigation, Qualitative indicators, Yield parameters*

ВСТУП

Актуальність теми. З огляду на зміни мікроклімату, природні катаклізми та деградацію ґрунтів, розвиток виробництва продукції захищеного ґрунту є стратегічно важливим для України. Загальна площа теплиць у світі становить 497,8 тис. гектарів. Для забезпечення продовольчої безпеки та екологічної реабілітації необхідно впроваджувати інноваційні технології відповідно до підходів ФАО [1].

Майбутнє тепличного бізнесу з вирощування томатів залежить від здатності долати виклики війни та існуючі структурні проблеми. Війна виявила слабкі сторони галузі, пов'язані з географічною концентрацією виробництва, тому варто розглядати диверсифікацію вирощування по регіонах. Важливо також впроваджувати енергоефективні технології, такі як світлодіодне освітлення, повторне використання тепла та альтернативна енергетика, щоб знизити собівартість зимових томатів. За умови налагодження конкурентного виробництва взимку Україна зможе зменшити залежність від імпорту й стабілізувати ціни. Наразі імпорт залишається ключовим чинником ринку свіжих томатів, але державні програми підтримки можуть стати основою для відновлення галузі після війни – внутрішній попит великий і перспективний. Разом із природними перевагами, такими як родючі ґрунти і сприятливий літній клімат, це дає шанс українським тепличним томатам повернути свої позиції на ринку.

Мета і завдання дослідження. Метою досліджень є розробка технологічних заходів та удосконалення агротехніки вирощування томату в умовах захищеного ґрунту, що забезпечить його врожайність 35 кг/м^2 при мінімізації впливу агротехнічних рішень на навколишнє середовище.

Щоб досягти таких цілей, необхідно вирішити наступні завдання:

- провести оцінку впливу типу конструкцій теплиць та застосованих технологій на мікроклімат захищеного ґрунту в процесі вирощування сільськогосподарської продукції.
- удосконалити технологію вирощування та систему захисту томатів при культивуванні на малооб'ємній технології в умовах захищеного ґрунту;

- дослідити вплив мікрокліматичних параметрів промислових теплиць на інтенсивність процесу фотосинтезу.
- вивчити вплив досліджуваних факторів на якісні і кількісні показники томату;
- вивчити енергетичну та економічну ефективність дослідних факторів, що застосовуються при вирощуванні томату.

Об’єкт дослідження – формування та реалізація процесу росту, розвитку та урожайності томату при використанні малооб’ємної технології в умовах захищеного ґрунту.

Предмет дослідження – значення параметрів мікроклімату в культивацийних спорудах захищеного ґрунту, як основний чинник впливу на якісні та кількісні показники продукції овочівництва захищеного ґрунту.

Методи дослідження – лабораторний; польовий; кількісно-ваговий; лабораторно-хімічний; візуальний; математично-статистичний, розрахунково-порівняльний.

Публікації. За результатами дослідження надруковано:

1. Савченко В. М. Ukrainian tomato market: analysis of price dynamics, import dependency, and greenhouse business prospects. *Студентські читання–2025 : матеріали науково-практичної конференції науково педагогічних працівників та здобувачів вищої освіти факультету інженерії та енергетики, 30 жовтня 2025 р. Житомир : Поліський національний університет, 2025. Т 2. С. 83–85.*
2. Савченко В., Кропивницький Р. Обґрунтування малооб’ємної технології вирощування томатів в умовах захищеного ґрунту. *Матеріали X Міжнародної наукової конференції «Наукові тренди постіндустріального суспільства», 12 вересня 2025. 2025. С. 98–100*
<https://archives.mcnd.org.ua/index.php/conference-proceeding/article/view/1046>

3. Савченко, В. Питання синергетики в культивацийних системах галузі захищеного ґрунту. *Синергетика, фрактали і нові технології: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції, 4-5 червня 2025 р.* Житомир : Поліський національний університет, 2025. С. 59–62.
4. Савченко В. Лисюк О. Самоорганізаційні системи в галузі захищеного ґрунту. *Синергетика, фрактали і нові технології: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції, 4-5 червня 2025 р.* Житомир : Поліський національний університет, 2025. С. 62–65.

Практичним значенням отриманих результатів є рекомендації до застосування агротехнічних заходів вирощування томату в мовах захищеного ґрунту для невеликих та середніх фермерських господарств.

Структура та обсяг роботи.

Роботу викладено на 42 сторінках комп'ютерного тексту, яка містить 11 таблиць та 12 рисунків. Складається зі вступу, 3 розділів, висновків, рекомендацій виробництву. Список літературних джерел включає 40 найменувань.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕМИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1.1. Овочівництво захищеного ґрунту, як запорука продовольчої безпеки України

Овочівництво захищеного ґрунту є однією з провідних та пріоритетних підгалузей рослинництва. Хоча частка закритого ґрунту у валовому сільськогосподарському продукті України становить лише 5 % [2, 5], його соціально-економічна значущість залишається надзвичайно високою. Це пояснюється тим, що овочі є невід’ємною складовою раціонального та збалансованого харчування населення.

За даними світової статистики, на ринку представлено понад 140 категорій овочевих культур, серед яких найбільший попит мають плодови. Значну частку займає помідор: понад 50 % у свіжому вигляді та близько 80 % у переробленому вигляді [5].

Сукупний обсяг торгівлі томатами в Європейському Союзі (свіжі та заморожені плоди) сягає 2 млрд євро. У глобальній структурі виробництва помідорів частка Нідерландів складає 1 %, Іспанії – 4 %, Італії та Єгипту – по 6 %, Туреччини – 8 %, Китаю – 15 % [6]. Глибокий аналіз тенденцій виробництва томатів у ЄС вказує, що ключову роль у міжнародній торгівлі відіграють Іспанія, Нідерланди, Італія, Франція, Бельгія, Польща та Марокко. Розподіл основних виробників змінюється сезонно: взимку в Іспанії – 27 %, у Марокко – 13 %, навесні в Нідерландах – 30 %. Варто зауважити, що Андалусія забезпечує 68 % всього експорту помідорів з Іспанії [6].

Під час оцінювання сталого розвитку ринку овочів закритого ґрунту доцільно визначити основні види, елементи та показники, що характеризують відповідні властивості [2]. Відповідна інформація представлена у таблиці 1.

Характеристики видів і елементів сталого розвитку ринку овочів закритого ґрунту [2]

Вид	Елементи	Основні показники сталого розвитку
1	2	3
Соціальний	Соціальна інфраструктура	Мотивація і умови праці; збереження робочих місць
	Трудовий потенціал	Кваліфікація персоналу; залученість персоналу в нововведення; морально-психологічний клімат в колективі
Організаційно-економічний	Організаційно-управлінська	Система управління та формування організаційної корпоративної культури
	Виробнича	Стан і структура основних засобів; стабільність ресурсного забезпечення; інвестиційна привабливість; оптимальність завантаженості виробничих потужностей і фондівіддача; ресурсомісткість виробництва
	Фінансова	прибуток; рівень рентабельності; платоспроможність підприємства; дебіторська і кредиторська заборгованість
	Інноваційна	Систематичне впровадження якісно нових технологій і способів організації виробництва
	Комерційна	Конкурентний потенціал підприємства; частка і географія ринку; структура видів продукції; конкурентоспроможність продукції; система просування продукції; позиціонування виробника (наявність бренду)
Природно-кліматичний	Кліматичні умови	Кількість світлових днів у році; кількість сонячних днів у місяці; витрати на освітлення та обігрів; приплив природного ФАРу (фотосинтетичної активної радіації)
Екологічний	Збереження екосередовища	Виробництво продукції з малою доданою вартістю (екологізація агровиробництва); використання екологічно чистих матеріалів (субстрат, засоби обробки, добрива, пакувальні матеріали)

Підвищення ефективності виробництва можливе завдяки впровадженню та постійному вдосконаленню інноваційних методів і технологій вирощування. Прикладом є досвід Польщі, де завдяки інтеграції державних і місцевих програм досягнуто високого рівня забезпечення продовольством, розширено експорт власної продукції та підвищено рівень зайнятості [7]. Урожайність томатів в Україні варіюється від 800 до 200 тис. тонн плодів залежно від кліматичних умов

вегетаційного періоду, що є недостатнім показником порівняно з потенціалом країни. Водночас у найближчій перспективі можливо досягти виробництва 3–5 млн тонн плодів, що дозволить суттєво наростити обсяги виробництва та підвищити рівень споживання цінної продукції до європейських стандартів.

Для підтримки сталого розвитку ринку овочів закритого ґрунту в Україні рекомендується впровадження сучасних методів і технологій тепличного виробництва, які використовуються на міжнародному рівні. З цією метою детальний аналіз міжнародного досвіду слід вважати однією з основних передумов інтеграції ефективних інновацій у вітчизняну галузь. Пріоритетом у виробництві овочевої продукції є вдосконалення технологічних процесів, що сприятиме оптимізації витрат і підвищенню конкурентоспроможності на ринку [1, 2].

Економічна складова сталого розвитку овочівництва закритого ґрунту полягає у підвищенні виробничих показників, зокрема врожайності і якості тепличних овочів, а також оптимізації витрат трудових ресурсів. Досягнення цих результатів обумовлюється впровадженням сучасних енергозберігаючих технологій і науково-технічної бази [1, 2].

1.2 Український ринок томатів: аналіз динаміки цін, залежності від імпорту та перспектив тепличного бізнесу

В роботі [8] наведено аналіз ринку томатів в Україні за період з 2017 по 2025 роки свідчить про значний вплив імпорту з Туреччини на ціноутворення, особливо у міжсезонний період. Високий рівень енергетичних витрат обумовлює низьку рентабельність вітчизняного тепличного виробництва, що посилює залежність від імпоротної продукції восени та взимку. Після 2022 року, у зв'язку з воєнними подіями та здорожчанням енергоносіїв, цінова ситуація на ринку перейшла до нового рівня. Для ефективного імпортозаміщення необхідні інвестиції у впровадження сучасних енергоефективних технологій. Статистичні дані демонструють довгострокову тенденцію до зростання роздрібних цін на томати.

Варто звернути увагу на різницю в цінах між видами томатів: рожеві сорти стабільно коштують на 50–100 % дорожче від червоних через кращий смак і меншу пропозицію. Томати сливок у 2021–2025 роках займали проміжне місце за ціною. На графіку це видно по розриву жовтої кривої (рожеві) над червоною (червоні). Наприклад, у листопаді 2024 року рожеві томати продавались приблизно по 144 грн/кг, а червоні – по 122 грн/кг. Такий розрив зберігається і в реальних умовах, що підкреслює стабільність преміальної націнки на рожевий сорт.

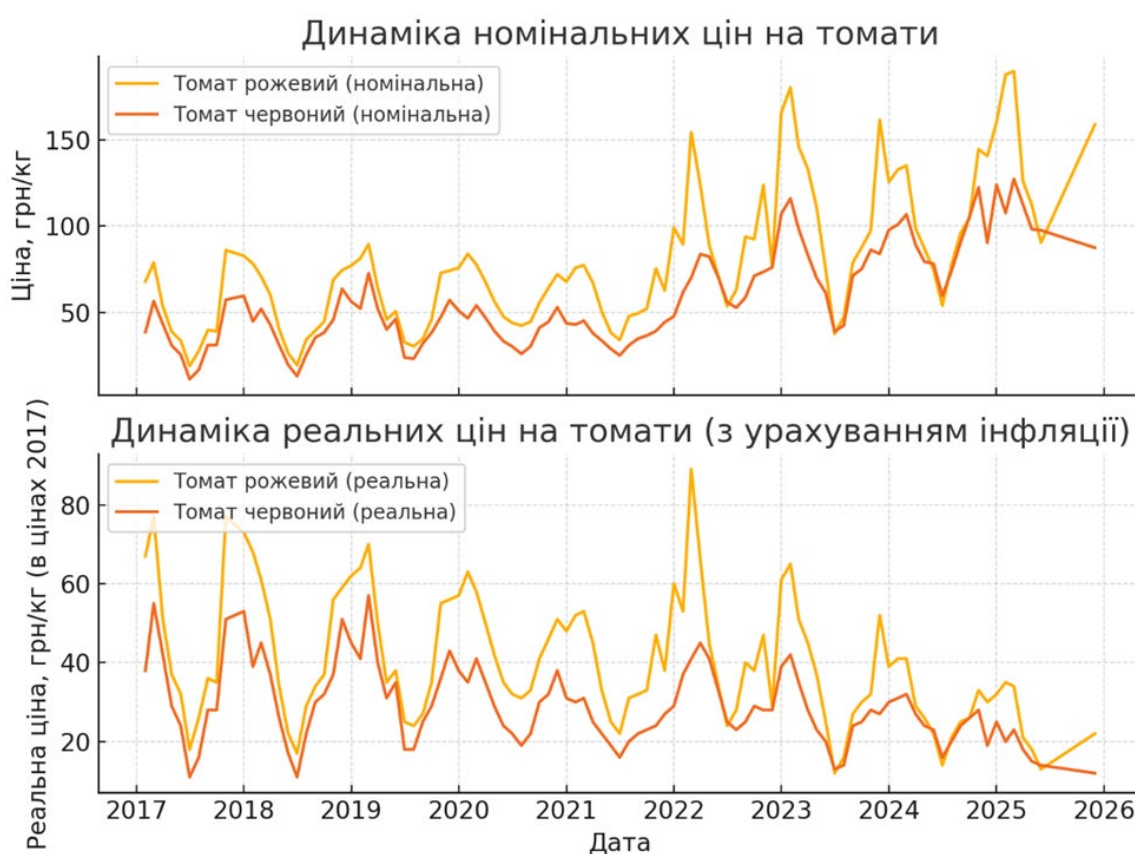


Рис. 1. Динаміка середніх цін на тепличні томати в Україні, 2017–2025 pp. (<https://index.minfin.com.ua/ua/markets/wares/prods/fruits-vegetables/vegetables/tomato/>) [8]

Майбутнє тепличного бізнесу з вирощування томатів залежить від здатності долати виклики війни та існуючі структурні проблеми. Війна виявила слабкі сторони галузі, пов'язані з географічною концентрацією виробництва, тому варто

розглядати диверсифікацію вирощування по регіонах. Важливо також впроваджувати енергоефективні технології, такі як світлодіодне освітлення, повторне використання тепла та альтернативна енергетика, щоб знизити собівартість зимових томатів. За умови налагодження конкурентного виробництва взимку Україна зможе зменшити залежність від імпорту й стабілізувати ціни.

Наразі імпорт залишається ключовим чинником ринку свіжих томатів, але державні програми підтримки можуть стати основою для відновлення галузі після війни – внутрішній попит великий і перспективний. Разом із природними перевагами, такими як родючі ґрунти і сприятливий літній клімат, це дає шанс українським тепличним томатам повернути свої позиції на ринку.

1.3. Вплив конструкцій тепличних споруд і застосованих технологічних систем на характеристики мікроклімату під час вирощування продукції в умовах захищеного ґрунту.

Томати посідають одне з провідних місць серед овочевих культур, які вирощують в Україні. В останні роки сільськогосподарські підприємства країни активно впроваджують сучасні технології вирощування, що сприяє підвищенню врожайності зазначеної культури. Проте за умов інтенсивного агровиробництва важливого значення набувають питання якості та екологічної безпеки отриманої продукції. Для виробництва екологічно чистих овочів необхідно враховувати біологічні особливості томатів: їх потребу в теплі, освітленні, волозі, характеристиках ґрунтового середовища та елементах живлення [9, 10].

Кліматичні фактори, агрохімічні й агрофізичні властивості ґрунту, застосування агротехнічних прийомів і вибір сортів істотно впливають на урожайність і якість томатної продукції. Однак, відповідно до висновків дослідників [9], найбільшого значення мають системи удобрення, які використовують під час вирощування цієї культури. Це підкреслює актуальність обраної тематики та визначає необхідність детального дослідження

агроекологічних особливостей вирощування томатів і специфічних біологічних вимог цієї культури до умов середовища.

Дослідження закономірностей росту томатів і їхніх екологічних потреб є ключовим для розуміння впливу оточуючих факторів на розвиток рослин. Аналіз біотичних чинників свідчить, що вони сприяють нагромадженню та ефективному засвоєнню поживних елементів [9]. Однак існує дефіцит інформації щодо екологічних вимог томатів, особливо для відкритого ґрунту – більшість досліджень присвячені культивуванню у захищеному ґрунті, тоді як для відкритого ґрунту основна частина даних стосується Лісостепу.

Згідно з даними С. Ф. Гавриша [11] та інших авторів [12, 13, 14, 15, 16], у фазі розсади перші три тижні освітленість відіграє вирішальну роль у рості й розвитку томатів; для нормального формування вегетативних і генеративних органів необхідна освітленість не менше 4–5 тис. лк, оптимально – 20 тис. лк. Томати характеризуються відносною невибагливістю до тепла, проте при температурі 10 °C ріст припиняється, а при показниках нижче 15 °C не відбувається цвітіння. У свою чергу, при підвищенні температури до 30 °C спостерігається уповільнення росту, а при 35 °C – його повна зупинка.

С. Ф. Ващенко [9] рекомендує підтримувати вдень температуру на рівні 20–24 °C, а вночі – 16–18 °C; деякі фахівці [13, 14, 15, 16] зазначають діапазон 18–25 °C удень та 15–18 °C уночі. Зниження нічної температури стимулює диференціацію конуса наростання; ріст кореня припиняється вже при 8 °C [9]. Відкрите ґрунтове середовище практично не дозволяє контролювати температурний режим, через що часто виникають проблеми, спричинені добовими коливаннями температур.

Як показують дані С. Ф. Гавриша та співавторів [9, 19], генеративний розвиток можливий лише за температури не нижче 14–15 °C, а при 10 °C процес зупиняється. Подальше зниження температури блокує цвітіння, призводить до нежиттєздатності пилку, а при 35 °C він стає стерильним. Низькі нічні температури (менше 16 °C) викликають осипання квіток, що негативно впливає на ранній урожай

культури. Найінтенсивніше приріст розсади спостерігається вдень при 26 °С і вночі при 18 °С; зі старінням рослин різниця між денною та нічною температурою збільшується, що пояснюється активністю фотосинтезу вдень і посиленням росту коренів та транспорту вуглеводів у нічний час [16, 18, 20].

У закритому ґрунті для запобігання надмірному вегетативному росту, який негативно впливає на формування суцвіть і плодів, фінська технологія передбачає наступні параметри температур: після висадки – нічна температура 17–18 °С, денна 18–21 °С; через 3–4 тижні – вночі 17–19 °С, вдень 21–22 °С; із початком дозрівання плодів – вночі 15–16 °С, вдень 20–22 °С [9]. При недостатньому освітленні зав'язування кистей припиняється, плоди залишаються дрібними або зовсім не формуються, що веде до втрати частини врожаю.

За результатами досліджень Kucharski J [20], вирощування томатів у Північній Європі показало, що підвищення середньодобової температури на 10 °С пришвидшує ріст рослин, проте при дефіциті світла додаткове тепло не покращує фотосинтетичну активність.

Стосовно вологості, оптимальними є умови низької відносної вологості повітря (60–65 %) та високої вологості ґрунтового середовища, що забезпечує значне водоспоживання рослин [9]. У зимово-весняний період для отримання 12–14 кг плодів із 1 м² потрібно 690–750 літрів води [9].

Забезпечення відповідного рівня вологості ґрунту істотно впливає на розвиток томатів. Так, одна рослина здатна випаровувати до двох літрів води на день у сонячний період, а за місяць активного росту цей показник сягає близько 30 літрів [21]. Це свідчить про необхідність регулярного поливу, особливо на ранніх етапах розвитку рослин і під час посухи [22].

В роботі [9] зазначається що при нестачі поливу у спекотні дні відзначається скручування листя, опадання квіток, зав'язей і плодів, а також їх розтріскування. Автори рекомендують у перші десять днів літа не проводити поливи, надалі здійснювати полив один раз на тиждень із розрахунку 10 л/м², а під час наливання

плодів – збільшити до 10–12 л/м² із частотою два рази на тиждень. Оптимальна вологість ґрунту становить 75–80 % НВ, змінюючись залежно від рівня освітлення [23].

Аналіз праць в роботі [9] та інших науковців [24, 26, 27, 28] дозволяє зробити висновок, що вимоги до вологості повітря змінюються залежно від фази розвитку: на етапі розсади – 70–75 %, від розсади до початку формування плодів – 70 %, у період плодоношення – 60–65 % [25]. Для тепличного вирощування за фінською технологією [29] оптимальна відносна вологість повітря складає 60–70 %.

Численні вітчизняні та зарубіжні джерела [30, 31] акцентують увагу на тому, що висока відносна вологість повітря знижує інтенсивність випаровування, водночас може спричиняти дефіцит кальцію або магнію. Зазначені рекомендації актуальні переважно для закритого ґрунту; застосування їх у відкритих теплицях або польових умовах суттєво ускладнюються. Для забезпечення високої якості продукції томати необхідно вирощувати на пухких, добре аерованих, чистих від шкідників і захворювань ґрунтах [9, 32].

Томати переважно вирощують розсадним способом, що передбачає ретельний контроль за якістю розсади [33]. Високоякісна розсада відзначається оптимальним співвідношенням азоту (N) і калію (K₂O), а також азоту й фосфору (P₂O₅) – 3,1:1 або 2,4:1. На ранній стадії розвитку ефективно засвоєння фосфору позитивно впливає на якість розсади. Автори [34] зазначають, що посилене азотне живлення у поєднанні зі збалансованим надходженням фосфору і калію забезпечує формування міцної, добре облиствленої розсади томатів. Хоча це може затримувати початок цвітіння, у подальшому воно сприяє кращому формуванню суцвіть та підвищенню урожайності.

Отже, аналіз літературних джерел підтверджує залежність томатів від біотичних факторів навколишнього середовища, що дозволяє прогнозувати специфіку росту та розвитку рослин [35, 36]. Особливої ваги набуває регулювання параметрів навколишнього середовища у закритому ґрунті, оскільки тут можливо

здійснювати контроль та корекцію окремих факторів. У польових умовах реалізація такого контролю практично неможлива [37]. Проте, окремі дослідження демонструють, що завдяки певним агротехнічним заходам існує можливість частково мінімізувати негативний вплив несприятливих зовнішніх факторів навіть у відкритому ґрунті [9].

Висновки до розділу 1

Обґрунтовано соціально-економічну значущість тепличного виробництва, яке забезпечує стабільне постачання овочів у міжсезоння та формує основу раціонального харчування населення.

Доведено, що інтеграція енергоефективних технологій та державних програм підтримки, апробованих у країнах ЄС, є ключовим чинником підвищення конкурентоспроможності вітчизняного виробництва.

Встановлено закономірності цінової динаміки та імпортозалежності, зокрема вплив постачання продукції з Туреччини на формування внутрішніх цін. Виявлено стабільність преміальної націнки на рожеві сорти томатів, що підтверджує сегментацію ринку за якістю та смаковими характеристиками.

Систематизовано оптимальні умови вирощування (температура, освітленість, вологість, живлення), що забезпечують формування високоякісної розсади та стабільну урожайність у закритому ґрунті.

Обґрунтовано необхідність диверсифікації тепличного виробництва за регіонами, впровадження сучасних технологій енергозбереження та оптимізації мікроклімату як основи для зменшення імпортозалежності, стабілізації внутрішнього ринку та забезпечення продовольчої безпеки України.

РОЗДІЛ 2

МІСЦЕ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

З метою вирішення поставлених завдань у 2024-2025 рр. проведено дослідження у тимчасовому експерименті, в дослідній теплиці ТОВ «Благовіст», що знаходиться в Тернопільській обл., Тернопільському районі, село Біла.

Основною метою цього дослідження було оцінювання впливу систем регулювання мікроклімату та живлення на ріст, розвиток й екологічні параметри томатів у закритому ґрунті.

У межах роботи виконано такі етапи:

- проведено аналіз фізико-хімічних властивостей середовища вирощування;
- здійснено фенологічні й біометричні спостереження;
- проведено облік урожайності;
- виконано статистичну обробку отриманих даних.

Випробування з вивчення впливу основних значень параметрів мікроклімату, системи захисту та живлення томату в умах захищеного ґрунту ТОВ «Благовіст» на якісні та кількісні показники продукції проводились в культиваційній споруді (рисунок 2)



Рис. 2. Відділення вирощування томату ТОВ «Благовіст» Idromeccanica
Lucchini SpA (Італія)

План культивацийної споруди представлений на рисунку 2.

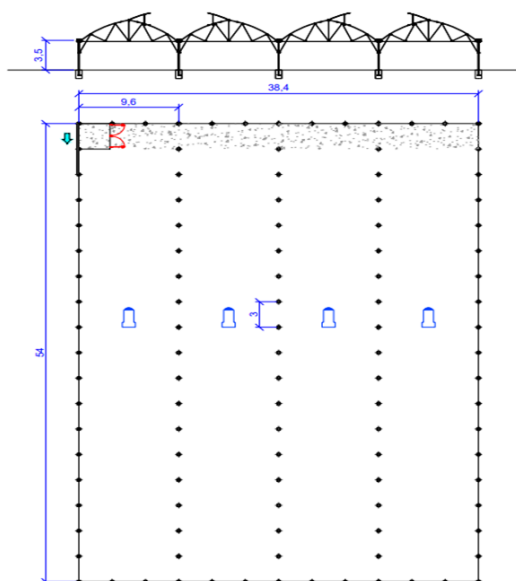


Рис. 3. План теплиць під вирощування овочевої групи культур томат/огірок на площі 2080 м² діючого тепличного комплексу ТОВ «Благовіст»

Принципова схема контролю параметрів мікроклімату внутрішнього середовища культивацийної споруди для вирощування томатів на малооб'ємній технології з крапельним поливом представлена на рисунку 4.

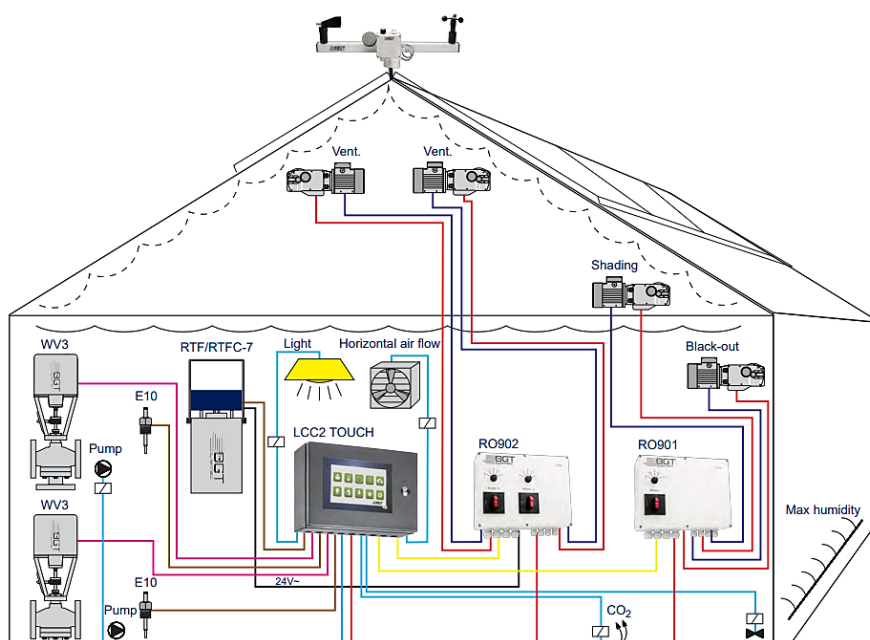


Рис. 4. Принципова контролю мікрокліматом (Senmatic A/S, Данія)

Технологічна схема зрошення томатів при використанні автоматизованої системи, що впроваджена в тепличному комплексі ТОВ «Благовіст», наведена на рисунку 5.

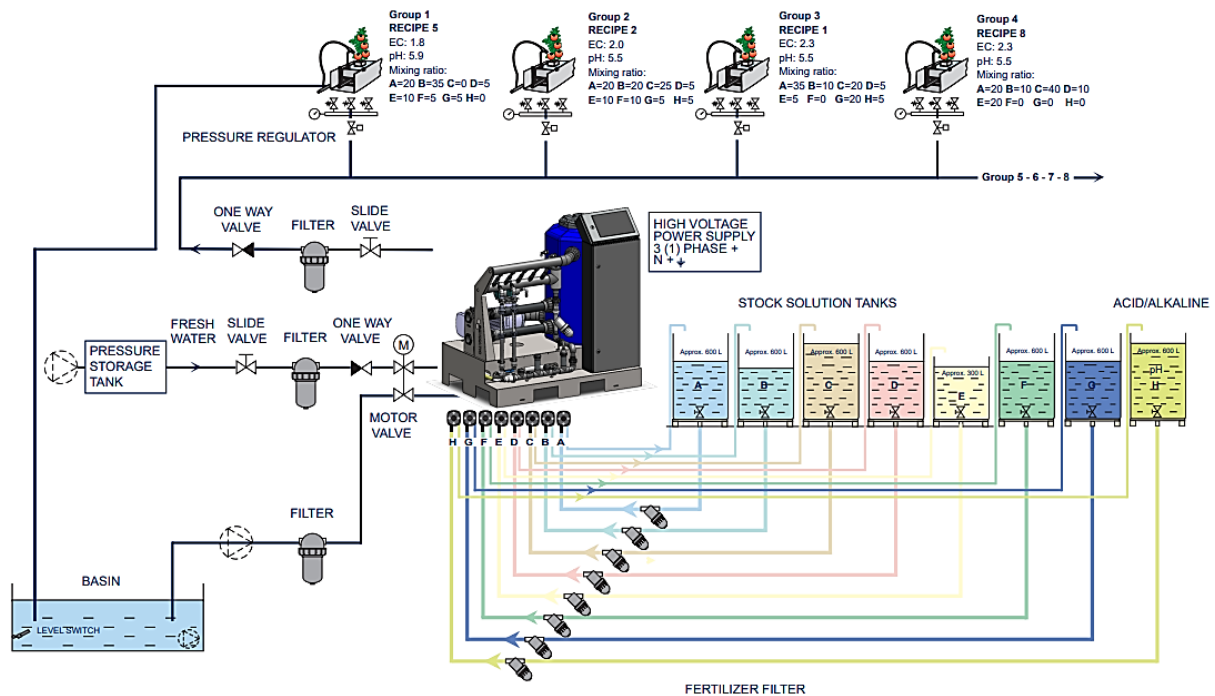


Рис. 5. Принципова технологічна схема гідропонного вирощування томату в умовах захищеного ґрунту (Senmatic A/S, Данія)

Висновки до розділу 2

1. Дослідження проводилися у контрольованих умовах тепличного комплексу ТОВ «Благовіст» (с. Біла, Тернопільська область), що забезпечило репрезентативність та відтворюваність експериментальних результатів.
2. Використання сучасних автоматизованих систем регулювання мікроклімату та живлення (Senmatic A/S, Данія) створило можливості для комплексного аналізу впливу технологічних факторів на ріст, розвиток та продуктивність томатів у закритому ґрунті.
3. Методика досліджень включала аналіз фізико-хімічних властивостей середовища вирощування, фенологічні та біометричні спостереження, облік

урожайності та статистичну обробку даних, що відповідає вимогам сучасної наукової практики та забезпечує достовірність висновків.

4. Впроваджені технологічні рішення з крапельного зрошення та гідропонного вирощування сприяли оптимізації водного та поживного режиму рослин, що є ключовим чинником підвищення ефективності тепличного виробництва.
5. Запропоновані методики дозволяють здійснювати комплексну оцінку як кількісних (урожайність), так і якісних (екологічні параметри продукції) показників, що має практичну значимість для розвитку інтенсивних технологій у сфері захищеного ґрунту.
6. Отримані результати можуть бути використані як науково-методична база для подальших досліджень та впровадження інноваційних технологій у виробництво овочевої продукції.

РОЗДІЛ 3

Основна експериментальна частина

3.1. Самоорганізаційні системи вирощування гібридів томату в умовах тепличного комбінату ТОВ «Благовіст»

Якість архітектурних рішень теплиць і застосовуваних технологій безпосередньо впливає на параметри мікроклімату, які визначаються регуляторними моделями. Впровадження фрактальних стратегій підвищує енергоефективність культиваційних споруд; особливу увагу привертають самоорганізуючі системи управління, що забезпечують комплексну автоматизацію процесів із мінімальним людським втручанням [40].

До самоорганізаційних рішень належать:

- Інноваційні тепличні комплекси з автоматизованим контролем;
- Автоматизація із застосуванням сенсорних систем та штучного інтелекту;
- Енергоефективні технології теплоізоляції;
- Гідропонні й аеропонні установки;
- Біологічні методи захисту рослин без використання хімічних засобів.

Синергетика та фрактальний аналіз сприяють формуванню адаптивних систем керування мікрокліматом завдяки використанню даних сенсорів і нейронних мереж для автоматичного регулювання середовища. Такий підхід дозволяє підвищити продуктивність виробництва, оптимізувати витрати та забезпечити стійкість до зовнішніх факторів. Фрактальний аналіз широко використовується для моделювання розподілу температури, вологості і освітлення, що дає змогу виявляти закономірності та оптимізувати режими обігріву й вентиляції [40].

Автоматизація тепличних господарств із використанням нейронних мереж сприяє зростанню ефективності процесів вирощування рослин. У роботі [40] розглянуто питання комп'ютерного моделювання фрактальних множин. Перспективні напрями включають впровадження систем моніторингу та

регулювання мікроклімату на основі методів машинного навчання для досягнення оптимальних умов росту рослин, а також аналіз фрактальних структур і прогнозування температурних змін у захищених культиваційних спорудах.



Рис. 6. Ключові аспекти фронтального аналізу в автоматизації виробничих процесів у теплицях [40].

3.2. Питання синергетики в культиваційних системах галузі захищеного ґрунту

Синергетика в індустріальних теплицях ґрунтується на принципах самоорганізації для оптимізації мікроклімату та ресурсів, забезпечуючи формування адаптивних систем управління. Зокрема, автоматизоване регулювання інтегрує різноманітні технології з метою досягнення ефективних умов вирощування, використання фрактальних стратегій та автоматизованих систем сприяє підвищенню енергоефективності [39]. Важливим елементом цих процесів виступають ІТ-технології, які здійснюють автоматизацію, моніторинг і оптимізацію аграрного виробництва за допомогою:

- систем управління мікрокліматом (датчики, штучний інтелект),
- IoT-контролю для гідро- та аеропоніки,
- роботизованих систем посадки й збору врожаю,
- цифрових платформ управління фермою.

Впровадження автоматизації суттєво скорочує витрати, підвищує продуктивність та підтримує сталий розвиток. У перспективі очікується зростання

автономності систем, розвиток мікророботів для цілеспрямованого догляду за рослинами, застосування big data для прогнозування та блокчейн-технологій для забезпечення прозорості поставок [39].



Рис.7. Блок схема залежності параметрів мікроклімату в теплиці від рівня автоматизації представлена [39]

Надійність обладнання має визначальне значення щодо підтримання оптимального мікроклімату в теплицях: будь-які несправності можуть призвести до втрат урожаю або збільшення енергоспоживання. Основними параметрами контролю залишаються температура, вологість, якість повітря, енергозбереження й продуктивність; тому рекомендується впроваджувати високонадійне обладнання й проводити регулярне профілактичне обслуговування [39].

Для дослідження впливу рівня автоматизації на параметри мікроклімату рекомендується здійснювати збір даних при різних конфігураціях систем; схема цього процесу представлена на рисунку 7.

Такий підхід забезпечує можливість відображення взаємозв'язку між автоматизацією та мікрокліматичними параметрами у тепличному господарстві.

Графічне представлення залежності мікрокліматичних показників від рівня автоматизації може охоплювати температуру, вологість, освітленість та концентрацію вуглекислого газу

Впровадження автоматизованих процесів у теплицях істотно підвищує урожайність, оптимізує використання ресурсів і сприяє сталому розвитку аграрного сектору. Максимальна продуктивність досягається шляхом інтеграції комплексних автоматизованих систем із використанням технологій машинного навчання та штучного інтелекту.

3.3. Обґрунтована технологія вирощування гібридів томату в умовах тепличного комбінату ТОВ «Благовіст»

Рациональна схема висадки томатів за технологією малооб'ємного вирощування в умовах тепличного комплексу ТОВ «Благовіст» наведена на рисунку 8.

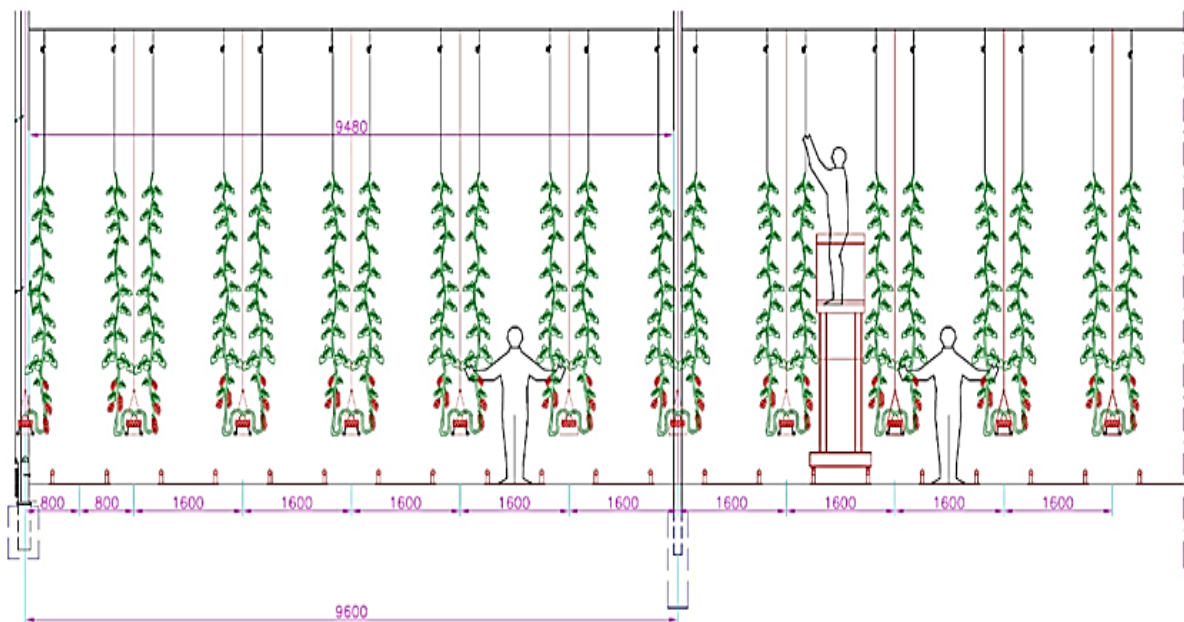


Рис. 8. Обґрунтована схема посадки томату

Вибір гібридів томатів для кожного регіону та підприємства здійснюється індивідуально з урахуванням економічної доцільності вирощування конкретного гібрида, особливостей ринку збуту й споживчих вподобань населення.

Обґрунтовані гібриди томату для вирощування в умовах тепличного комбінату ТОВ «Благовіст» представлені на рисунку 9.



Рис. 9. Гібриди томату для вирощування в умовах тепличного комбінату ТОВ «Благовіст»

Характеристики гібриду томату Маттісімо F1, габітус рослини, його особливості та стійкість представлені в таблиці 2

Таблиця 2

Характеристики гібриду томату Маттісімо F1

Гібрид	Ранньостиглість	Рекомендований сезон	Габітус рослин	Форма плоду			Стійкість*	
				Маса, г.	Форма	Колір	HR (Висока)	IR (Середня)
Маттісімо F1 (Matissimo F1)	Ранній	Зимово-весняний, Літньо-осінній	Генеративного типу, сильно - росла	230-250	Округло-пласкі, злегка ребристі	Насичено червоний, з блиском	ToMV:0-2/ ToTV/TS WV/ Ff:A- E/	Ma/Mi/ Mj

Календар агротехнічних строків культивування гібриду томату Маттісімо F1 представлений на рисунку 10.



Рис. 10. Календар агротехнічних строків культивування гібриду томату Маттісімо F1 в умовах тепличного комбінату ТОВ «Благовіст»

Під час застосування крапельного зрошення необхідно забезпечувати підтримання електропровідності (ЕС) не нижче 2,8 мСм/см. У періоди високої температури повітря допускається короточасне зниження цього показника на 0,2, однак такі випадки мають бути поодинокими. Зазвичай, у жарких умовах спостерігається підвищення концентрації робочого розчину понад встановлену норму, що потребує коригування поливного режиму шляхом збільшення об'єму поливної суміші відповідно до стану кореневої системи. Значення рН субстрату має знаходитися в межах 6,0–6,2, а частка дренажу у цей період повинна становити 35 % [38].

За технології малогабаритного вирощування томатів у закритому ґрунті ключовими є показники вегетативного розвитку рослин, наведені в таблиці 3 [38].

Під час вирощування томатів у захищеному ґрунті необхідно ретельно контролювати склад поживного розчину. Оптимальні параметри забезпечення живлення на різних фазах розвитку культури наведені в таблиці 4 [38].

Склад живильного розчину коригується відповідно до стадії росту рослин, періоду вирощування та концентрації елементів у воді. Проводиться регулярний контроль складу витяжки з мінераловатних матів, із особливим акцентом на рівні солей і показник рН [38].

Таблиця 3

Показники вегетативного розвитку томатів при використанні мало об'ємної технології вирощування в плівкових теплицях [38].

Показники	Генеративний	Вегетативний	Межі регулювання
Різниця температур день/ніч	Велика	Маленька	0–5 °С
Охолодження день/ніч	Швидке	Повільне	0–4 °С/год
Температура труби	Зростає	Падає	0–80 °С
Труба росту	Різко під китицю	На рівні готової до плодоношення	0–60 °С
Вент (відкр.>10 %)	Більше	Менше	0
CO ₂	Більше	Менше	0,035–0,10 %
ЕС мата	Висока	Низька	
Вміст води в маті	Низьке	Високе	50–85 %
ЕС розчину	Висока	Низька	
Частота поливів	Довгі, рідкі	Короткі, часті	
Початок поливу	Пізніше	Раніше	0-3 год

Таблиця 4

Вміст елементів живлення (мг/л) для окремих фаз росту томатів [38].

Елемент	До цвітіння	1-ша китиця	3-тя китиця	Початок плодоношення	Літо	Осінь
N	240	220-200	200	190-200	200	200
P	40	40	40	45	45	45
K	260-280	260-280	300-320	300-360	360	320
Mg	50-60	50-60	50-60	60	60	60
Ca	180	180	180	180	180	180
Fe	2	2	2	1.5	1.5	1.5
Mn	0,8	0,8	0,8	0,55	1	1
B	0,3-0,4	0,3-0,4	0,3-0,4	0,3-0,4	0,3-0,4	0,3-0,4
Zn	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Cu	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Mo	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
N : K	1 / 1,1	1 / 1,1	1 / 1,5	1 / 1,6	1 / 1,7	1 / 1,6

3.4. Обґрунтована система живлення гібридів томату в умовах тепличного комбінату ТОВ «Благовіст»

Для системи живлення томатів використовується вода зі свердловини, хімічний склад якої представлено в таблиці 5.

Таблиця 5

Розширені результати по хімічному складу води

Дата аналізу: 18.08.2025	pH	Ec ms/sm ₂	Mmol/l										Micromole/l					
			катіони					аніони										
			N-NH ₄	K	Na	Ca	Mg	N-NO ₃	Cl	SO ₄	HCO ₃	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
943-вода	6,67	0,33	0,0	0,0	0,2	1,2	0,3	0,0	0,0	0,0	3,3	0,0	0,1	3,2	0,1	1,0	0,1	0,1
Допустимо для води при вироскуванні на гідропонії	7,5	0,5	1	1	1,5	2	0,5	1	1,5	1,5	4	0,5	10	10	5	25	2	1

Аналіз хімічного складу води показав її придатність для поливу сільськогосподарських культур.

При розробці рецептів поливу необхідно враховувати концентрації кальцію, магнію, гідрокарбонатів та марганцю. Виявлена присутність заліза може спричинити засмічення обладнання. На основі отриманих результатів складено поживний розчин для томатів (див. таблицю 6).

Таблиця 6

**Рекомендації щодо живлення томатів за малооб'ємною технологією у
тепличному комплексі ТОВ «Благовіст»**

Бак А		Середнє на кг/250 п
1	УрагТера Calcinit	28,88
2	УрагТера Krista K Plus (нітрат калію)	4,26
3	УрагТера Rexolin ABC	0,35
4	УрагТера Rexolin D12 (хелат заліза)	0,10
Всього, кг		33,58
Бак В		Середнє на кг/200 п
1	УрагТера Krista K Plus(нітрат калію)	5,39
2	УрагТера Krista SOP (сульфат калію)	4,21
3	УрагТера Krista МКР (монокалійфосфат)	4,78
4	УрагТера Krista MgS (сульфат магнію)	12,15
5	Folicare 12-0-38	0,72
Всього, кг		27,25

Розрахунок необхідної кількості мінеральних добрив представлено на в
табл. 7

Таблиця 7

Розрахунок необхідної кількості мінеральних добрив

№	Назва добрива	Формула	Всього, кг	Фасування	Ціна за 25 кг	Грн / кг	Всього, грн/рік
Добрива (Макро)							
1	Азотна кислота	HN0 ₃	439,2	1	63,7	63,7	27986
2	Нітрат кальцію	Ca(NO) ₂	1696,8	25	1425	57	96719
3	Нітрат калію	KNO ₃	671	25	2200	88	59050
4	Монофосфат калію	KH ₂ PO ₄	604,2	25	3225	129	77939
5	Сульфат калію	K ₂ SO ₄	404,3	25	1850	74	29921
6	Сульфат магнію	Mg	989,4	25	983	39,3	38902
7	Нітрат магнію	MgNO ₃	93,5	25	1431	57,2	5350
8	Кристалон 18-18-18		36	25	3576	143	5149
Добрива (Мікро)							
9	Fe хелат Rexolin D 12	Fe	48,8	5	3262	652,4	31866
10	Бор (борна кислота)	B	6,2	25	1850	74	456
12	Сульфат цинку	ZnSO ₄	4,2	25	1190	47,6	200
13	Сульфат марганцю	MnSO ₂	5,2	25	1950	78	407
14	Сульфат міді	CuSO ₄	0,9	1	245	245	215
Всього кг/рік			4999,9	Всього, грн/рік			374159
Всього кг/місяць			417				

3.5. Урожайність і якість томату

В Україні вирощування й якість помідорів регламентуються ДСТУ 6008:2008, ДСТУ 3246-95 і ДСТУ 4696:2006, а транспортування – ДСТУ ISO 5524-2002. Для експорту до ЄС діє стандарт ЕЭК ООН FFV-36, адаптований у ДСТУ ЕЭК ООН FFV-36:2007. Всі ці стандарти застосовують лише до свіжих плодів.

Урожайність без використання системи асиміляційного доосвітлення рослин при вирощуванні в один оборот представлена в таблиці 8

Таблиця 8

Урожайність без використання системи асиміляційного доосвітлення томату при вирощуванні в один оборот, середнє за 2024-2025 рр.

Урожайність	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Всього
кг/м ²	2,00	4,00	6,00	6,00	5,00	4,00	27
м ²	2300	2340	2300	2300	2300	2300	
вал /кг	4600	9360	13800	13800	11500	9200	62260

3.6 Дослідження впливу мікрокліматичних умов на процес фотосинтезу в промислових тепличних комплексах.

У виробничих умовах захищеного ґрунту забезпечення повного комплексу оптимальних параметрів росту рослин є завданням підвищеної складності. Для досягнення високої врожайності фахівці-фізіологи радять підтримувати чітко визначені температурні режими на кожному етапі розвитку культур у тепличних господарствах. Слід зазначити, що у скляних теплицях протягом перехідного та теплого періодів року підвищена інтенсивність сонячної радіації призводить до істотного зростання температури внутрішнього повітря. Динаміка зміни інтенсивності фотосинтезу подана на рисунку 11.

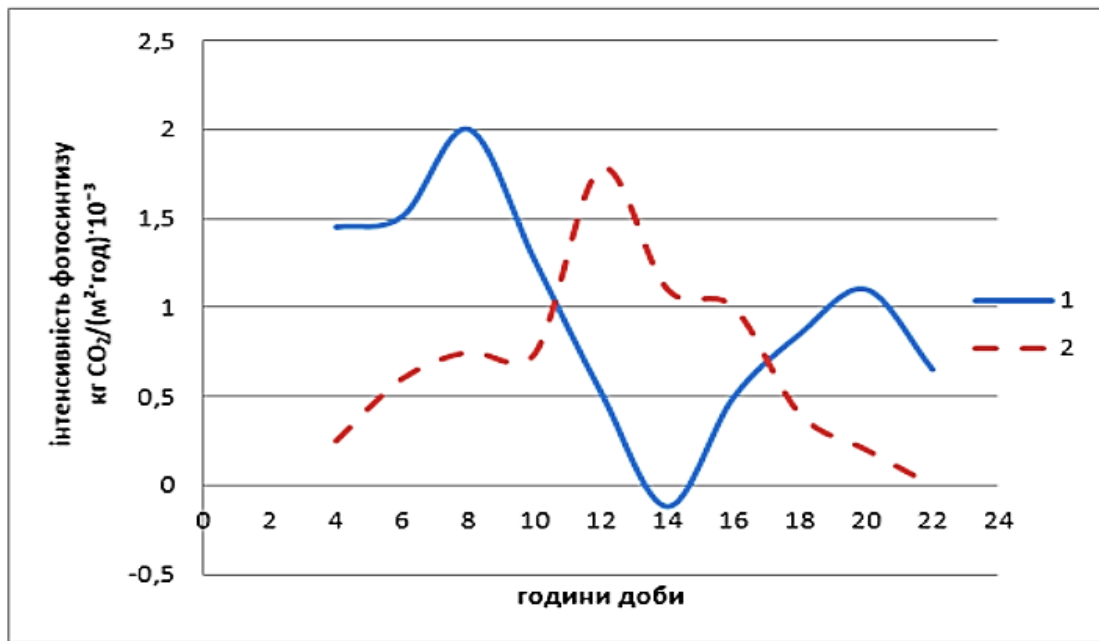


Рис. 11. Динаміка інтенсивності фотосинтезу впродовж доби у тепличних умовах: 1 – за сонячної погоди; 2 – у хмарну погоду [41].

Виходячи з аналізу графічних матеріалів (рис. 13), встановлено, що за умов перегріву у теплицях інтенсивність фотосинтезу не досягає максимальних значень, які у фітотроні становлять $3,10 \times 10^{-3}$ кг CO₂/(м²·год) при $t_v = 35^\circ\text{C}$ для томата та $t_v = 36^\circ\text{C}$ для огірка [45]. У тепличних умовах цей показник не перевищує $1,8 \times 10^{-3}$ кг CO₂/(м²·год), що відповідає лише 60 % максимальної продуктивності рослин. Другий пік інтенсивності фотосинтезу реєструється у вечірній час (18–20 година) і сягає приблизно 1,1 кг CO₂/(м²·год), тобто 37 % від найвищої можливої інтенсивності фотосинтезу [41].

Основним джерелом вологи у теплиці є поливна вода, яку рослини використовують для транспірації, а також яка випаровується з поверхні ґрунту та видаляється через дренажну систему. Для огірків характерне споживання води на рівні приблизно 450 мл на кожен грам сухої речовини. При врожайності 33 кг/м² рослини забезпечують приблизно 39,6 кг сирої маси, що еквівалентно 1,782 кг сухої речовини, для отримання якої необхідно 802 літри води [41]. З урахуванням вологи, що міститься у сухій речовині (32 л), а також обсягів непродуктивного

випаровування з ґрунту, середня загальна потреба у воді складає орієнтовно 911 л на 1 м² площі. Одна доросла рослина огірка у фазу плодоношення щоденно транспірує 1,2–1,5 л води. Томати протягом вегетаційного періоду споживають від 800 до 900 л води на квадратний метр. На рисунку 12 наведено річні водоспоживчі потреби томатів і огірків [41].

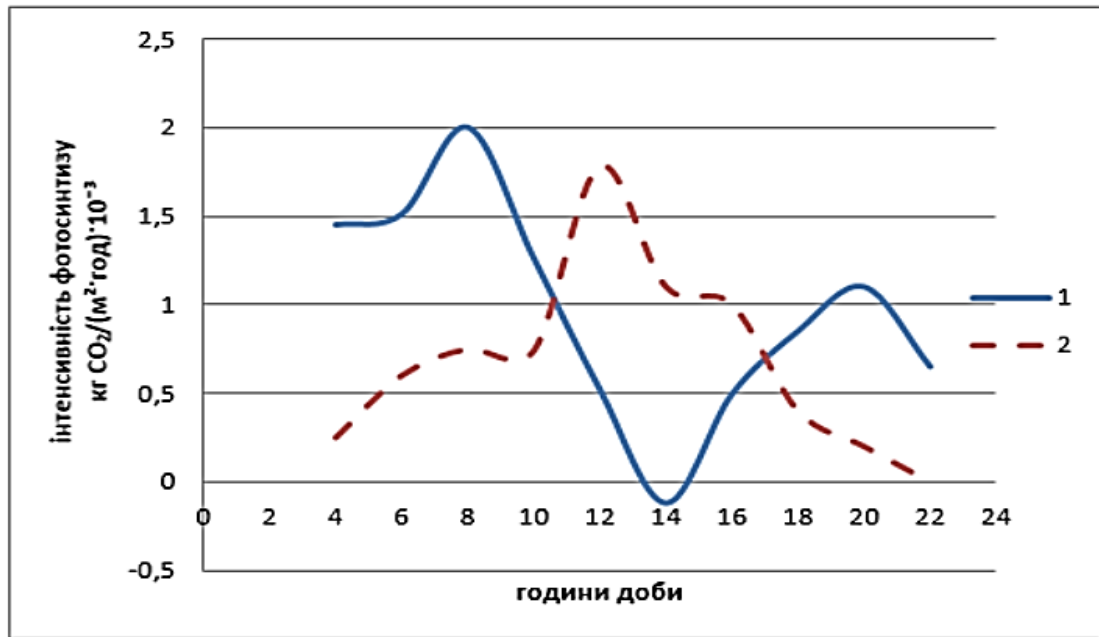


Рис. 12. Потреба у воді за сезонами: 1 – огірок, 2 – томат [41].

За умов високої сонячної радіації, окрім основних вегетаційних поливів, рекомендовано додаткове денне зрошення в об'ємі 0,5–1,5 л/м² [41]. Водоаерозольні системи охолодження сприяють підтримці оптимального зволоження та рівномірного дощування у тепличних господарствах. Усунення надлишкової вологості повітря здійснюється шляхом провітрювання, аерації або застосуванням механічної вентиляції.

Для рослин визначальне значення мають параметри повітряно-газового та радіаційного режимів. Газообмін через продиhi забезпечує поглинання і виділення CO₂, O₂ і водяної пари. Недостатня циркуляція повітря призводить до локального дефіциту CO₂ біля листової поверхні, що негативно впливає на процес фотосинтезу; уповільнення транспірації спричиняє підвищення температури листя.

Концентрація CO₂ змінюється внаслідок фотосинтезу, дихання та повітрообміну. Для запобігання дефіциту CO₂ рекомендовано забезпечувати вентиляцію і рух повітря зі швидкістю 0,5–1,0 м/с [41].

У літній період через інтенсивне сонячне випромінювання температура в теплицях може досягати 50...55 °С, що створює ризик перегрівання та пересушування рослин [41]. Одним із ефективних способів захисту є насичення приміщення трьохатомними газами (зокрема, водяною парою), які мають високу здатність до поглинання сонячної енергії, з подальшим їх видаленням із повітря. За результатами досліджень, підвищення відносної вологості повітря з 40 % до 100 % збільшує коефіцієнт поглинання енергії з 0,10 до 0,16 [41].

3.7. Економічна та енергетична ефективність дослідних факторів при вирощуванні томату в умовах захищеного ґрунту у ТОВ «Благовіст» Тернопільської області.

Розрахунок споживання енергетичних ресурсів представлений в таблиці 9 та таблиці 10.

Таблиця 9

Розрахунок електроспоживання модульною теплицею 2340 м²

Найменування		Січень,	Лютий,	Березень	Квітень,	Травень,	Червень,	Липень,	Серпень,	Вересень,	Жовтень,	Листопад,	Грудень	Всього за рік
1	Споживання електроенергії на місяць побутовим обладнанням	20	18	20	19	20	19	20	20	19	20	19	20	233,6
2	Споживання електроенергії на місяць технологічним обладнанням, Ватт*годин	2096,1 2	1893,2 7	1796,6 7	1738,7 1	1796,6	1448,9 4	1796,6	1796,6	1738,7	1796,6	2028,5	2096,1	22023,7
Сумарне споживання (Пункт1+Пункт2)		2115,9 6	1911,1 9	1816,5 1	1757,9 1	1816,5	1468,1 4	1816,5	1816,5	1757,9	1816,5	2047,7	2115,9	22257,3

Таблиця 10

Розрахунок енергоресурсів для обігріву модульної теплиці площею 2340 м²

Найменування	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
Зовнішня середньодобова температура	-4	-3	1	9	15	18	20	19	14	8	2	-2
Необхідна температура в середині теплиці	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	24,0
Δ T	22	21	17	9	3	0	-2	-1	4	10	16	26
Площа теплиці, 1000 м ²	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
Потреба, Гкал/год	0,21	0,20	0,16	0,08	0,03	0,00	-0,02	-0,01	0,04	0,09	0,15	0,24
МВт/год	0,24	0,23	0,19	0,10	0,03	0,00	0,00	0,00	0,04	0,11	0,17	0,28
Всього, МВт /місяць	148,5	127,9	91,8	11,8	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	13,5	62,7	175,5
Всього природного газу, тис. м³/місяць	14,0	12,1	8,68	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,3	5,9	16,6

Техніко-економічне обґрунтування впроваджених рішень представлено в таблиці 11. В розрахунках використовувались оптові закупівельні ціни на томат в 24 році.

Таблиця 11

План надходжень та витрат на 36 місяців, грн

Реалізація основної продукції, кг	Всього за 36 місяців
	438200
товар1: томат тепличний , кг	438200
Середня ціна на товари, грн.	Всього
	1 421
ціна на товар 1, томат тепличний за 1 кг	1 421
Статті надходжень, грн.	Всього
Власний внесок	1 200 000
надходження від реалізації товарів/послуг	28 340 252
товар 1 огірок тепличний	28 340 252

Додаткові доходи від реалізації товарів/послуг	570 000
отримання кредитів/лізингів:	6 000 000
банк1	6 000 000
	36 110 252
Статі витрат пов'язані з реалізацією проєкту, грн.	Всього
Витрати, пов'язані з реалізацією продукції/надання послуг	17 271 310
сировина 1: мати, кубіки, насіння для вирощування тепличного огірка	6 986 450
сировина 4: Міндобрива та засоби захисту рослин	1 941 860
ТО та ремонт Усукування та конструкцій	475 000
Комунальні послуги (газ, світло, вода)	240 000
Консультування з технологій вирощування	400 000
Телефон та інтернет	24 000
Маркетинг та реклама	160 000
Купівля або лізинг обладнання	6 000 000
Поштові, поліграфічні, канцтовари	24 000
Транспорт і доставка	720 000
Оплата професійних послуг (юридичні, бухгалтерські тощо)	300 000
Всього витрати на оплату праці	3 990 000
Заробітна плата керівника	1 140 000
Оплата праці працівників	2 850 000
Погашення кредитів:	7 110 574
банк1	7 110 574
Сплата податків і зборів	4 804 892
Всього витрати	33 176 776
Ваш чистий дохід	2 933 476
Перехідний залишок коштів	2 933 476
Залишок коштів всього, грн.	2 933 476

Висновки до розділу 3

1. Інтеграція ІТ-рішень, сенсорних систем, IoT-контролю та роботизованих технологій у тепличних комплексах створює передумови для підвищення продуктивності, зниження собівартості продукції та розвитку сталого аграрного виробництва.
2. Обґрунтована технологія малооб'ємного вирощування гібридів томату в умовах ТОВ «Благовіст» довела ефективність контролю живлення, зрошення та параметрів субстрату, що забезпечує оптимальний розвиток рослин і високу якість плодів.

3. Аналіз складу води та розробка збалансованих поживних розчинів підтвердили можливість адаптації системи живлення до локальних умов, що мінімізує ризики засмічення обладнання та забезпечує стабільне постачання елементів живлення.
4. Урожайність і якість томатів відповідають національним та міжнародним стандартам (ДСТУ, ЕЭК ООН FFV-36), що створює умови для розширення експортного потенціалу продукції.
5. Економічні та енергетичні розрахунки довели доцільність впровадження автоматизованих систем у тепличному господарстві, оскільки вони забезпечують зниження витрат на енергоресурси та підвищення рентабельності виробництва.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Аналіз складу води та розробка збалансованих поживних розчинів підтвердили можливість адаптації системи живлення до локальних умов, що мінімізує ризики засмічення обладнання та забезпечує стабільне постачання елементів живлення.
2. Впровадження комплексної автоматизації: рекомендується розширювати використання сенсорних систем, нейронних мереж та IoT-технологій для моніторингу й регулювання мікроклімату, що забезпечить стабільність параметрів вирощування та зниження енергоспоживання.
3. Оптимізація систем живлення: необхідно здійснювати регулярний контроль складу поживних розчинів та води, адаптуючи рецепти живлення до локальних умов і фаз розвитку рослин. Це мінімізує ризики засмічення обладнання та забезпечить рівномірне постачання елементів живлення.
4. Підвищення надійності обладнання: слід застосовувати високонадійні технічні рішення та проводити систематичне профілактичне обслуговування тепличних систем, щоб уникнути втрат урожаю та надмірного енергоспоживання.
5. Раціональне використання ресурсів: рекомендується інтегрувати енергоефективні технології теплоізоляції та системи утилізації тепла, що сприятиме зниженню собівартості продукції та підвищенню рентабельності виробництва.
6. Адаптація до міжнародних стандартів: варто орієнтуватися на вимоги ДСТУ та стандартів ЄС (ЕЭК ООН FFV-36) для забезпечення конкурентоспроможності продукції на зовнішніх ринках.
7. Розвиток інноваційних напрямів: доцільно впроваджувати роботизовані системи догляду за рослинами, використовувати big data для прогнозування врожайності та застосовувати блокчейн-технології для прозорості постачань.

8. Економічна ефективність: рекомендується проводити регулярні розрахунки енергоспоживання та собівартості продукції, що дозволить своєчасно коригувати технологічні процеси та забезпечувати максимальну рентабельність.

Виконання цих рекомендацій підвищить ефективність тепличного виробництва та експортний потенціал агросектору.

ВИСНОВКИ

1. У тепличних умовах інтенсивність фотосинтезу істотно знижується порівняно з контрольними фітотронними показниками, що зумовлено перегріванням внутрішнього повітря. Максимальна продуктивність сягає лише 60 % від потенційної, що підтверджує критичну роль регулювання температури для забезпечення високої врожайності.

2. Виявлено два піки інтенсивності фотосинтезу, з яких вечірній (18–20 год) є менш вираженим і становить лише 37 % від максимальної інтенсивності. Це свідчить про необхідність врахування добових коливань мікроклімату при плануванні режимів освітлення та зрошення.

3. Томати характеризуються високими потребами у воді (до 900–911 л/м² за сезон), що зумовлює значні витрати на поливні системи. Добова транспірація огірка у фазу плодоношення сягає 1,2–1,5 л, що підтверджує важливість точного контролю водного балансу.

4. Недостатня вентиляція призводить до локального дефіциту CO₂ біля листової поверхні, що обмежує фотосинтетичну активність. Оптимальна швидкість руху повітря (0,5–1,0 м/с) є необхідною умовою для підтримання стабільного газообміну.

5. Підвищення відносної вологості з 40 % до 100 % збільшує коефіцієнт поглинання сонячної енергії з 0,10 до 0,16, що сприяє зниженню ризику перегрівання рослин. Використання водоаерозольних систем охолодження та рівномірного дощування є ефективним засобом стабілізації мікроклімату.

Отримані результати підтверджують, що оптимізація мікрокліматичних параметрів (температури, вологості, газообміну та водозабезпечення) є визначальною умовою для підвищення продуктивності фотосинтезу та забезпечення стабільної врожайності в індустріальних теплицях.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Якобчук В. П. Вплив технічного стану культиваційних систем захищеного ґрунту на продовольчу безпеку України. *Збірник тез доповідей VII Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання»*. Київ : Видавничий центр НУБіП України, 2020. С. 189–191.
2. Савченко В. М. Шляхи удосконалення вітчизняного ринку овочів захищеного ґрунту на основі підвищення ефективності їх виробництва. *Збірник тез доповідей VI Всеукраїнської науково-практичної конференції «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь.» (9-10 Квітня 2020 року)*. Житомир : Житомирський агротехнічний коледж, 2020. С. 151–153.
3. Сидякіна О. В., Шангар О. С. Продуктивність гібридів помідора в умовах краплинного зрошення Півдня України. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2014. № 2. С. 27–31.
4. Севидова И. А. Тенденции развития промышленного овощеводства в аграрных предприятиях. *Ефективна економіка*. 2018. № 1. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6057> (дата звернення: 01.10.2020).
5. Болотских А. С. Настольная книга овощевода. Харьков : Фолио, 1999. 467 с.
6. Cook, E. (Ed.). Agriculture, forestry and fishery statistics. *Publications Office of the European Union*. Imprimeries Bietlot Frères in Belgium, 2018. 195 p.
7. Perez Dominguez and all. EU commodity market development: Medium-term agricultural outlook, *Publications Office of the European Union*, Luxembourg, 2018. 126 p.
8. Савченко В. М. Ukrainian tomato market: analysis of price dynamics, import dependency, and greenhouse business prospects. *Студентські читання–2025: матеріали науково-практичної конференції науковопедагогічних працівників та*

здобувачів вищої освіти факультету інженерії та енергетики. 30 жовтня 2025 р. Житомир : Поліський національний університет, 2025. Т2. С. 83–85.

9. Стежко О. В. Агроєкологічні особливості вирощування томатів на території Житомирського Полісся. Житомир : Житомирський національний агроєкологічний університет, 2015. С. 12-16.

10. Система управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги : ДСТУ ISO 4161-2003. Київ : Держспоживстандарт України, 2003. 13 с.

11. Bakulyna V. A. Sorta y hybrydy ovoshchnykh kultur dlia vyrashchyvaniya v zashchyshchenom hrunte. 1996. № 3. S. 4–8.

12. Лимар А. О., Рябініна Н. П. Ріст та розвиток рослин розсадного томата залежно від фону живлення, способу та глибини основного обробітку ґрунту за краплинного зрошення. *Онтогенез – стан, проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах : матеріали доп. Міжнар. наук. конф., 7–9 верес. 2012 р.* Херсон, 2012. С. 185–191.

13. Гіль Л. С., Пашковський А. І., Суліма Л. Т. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту. Закритий ґрунт. Навчальний посібник. Вінниця : Нова Книга, 2008. 368 с.

14. Овочівництво закритого ґрунту : науково-бібліографічний покажчик / ТДАТУ; наук. бібліотека; уклад. пров. бібліограф Г. Д. Попазова ; наук. ред. к. с.-г. н. Г. В. Нінова. Мелітополь, 2019. 36 с. (Технології вирощування; Вип. 5).

15. Гаврись І. Томат на пересувній шпалері. Плантатор. 2019. № 3. С. 38-41.

16. Ігнат В. Томати у закритому ґрунті: технології на вибір. Agroexpert. 2009. № 12. С. 26-28.

17. Лимар В. А., Ємець Г. В. Урожайність і якість плодів томата при вирощуванні в плівкових теплицях. *Таврійський наук. вісн.* 2004. Вип. 39, Ч. 2. С. 115–120.

18. Лихацький В. І., Бургарт Ю. Є., Васянович В. Д. Овочівництво: в 2-х ч. Ч. 2. Біологічні особливості і технологія вирощування овочевих культур / за ред. В. І. Лихацького. Київ : Урожай, 1996. 360 с.
19. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / за ред. Г. Л. Бондаренка, К. І. Яковенка. Харків : Основа, 2001. 369 с.
20. Kucharski J. Inter-relationship between number of microorganisms and spring barley yield and degree of soil contamination with copper I J. Kucharski, J. Wyszowska II Plant, Soil and Environ. 2004. № 6 (50). P. 243–249.
21. Гіль Л. С., Пашковський А. І., Суліма Л. Т. Сучасні технології овочівництва закритого та відкритого ґрунту. Ч. 2. Відкритий ґрунт. Вінниця : Нова книга, 2008. 315 с.
22. Карасюк І. М. Норми добрив і системи удобрення в інтенсивних технологіях вирощування сільськогосподарських культур при систематичному і довготривалому їх застосуванні у сівоzmіні. *Зб. наук. пр. УДАУ*. Умань : 2003. Спец. вип. Біологічні науки і проблеми рослинництва. С. 798–802.
23. Лимар А. О. Інтенсивні технології вирощування томатів за краплинного зрошення в умовах півдня України : рекомендації. Київ, 2012. 117 с.
24. Bolotskykh A. S. Entsyklopedyia ovoshchevoda. Kharkov : Folyo, 2005. S. 346–375.
25. Гіль Л. С., Пашковський А. І., Суліма Л. Т. Сучасні технології овочівництва закритого та відкритого ґрунту. Ч. 1. Відкритий ґрунт. Вінниця : Нова книга, 2008. 315 с.
26. Стефанюк С. Помідори: гібриди та їхня урожайність. Вісник Львівського національного аграрного університету. *Агрономія*. 2019. № 23. С. 133–136.
27. Бойко Л. О. Сучасні тенденції розвитку овочевої галузі в умовах євроінтеграції України. *Агросвіт*. 2020. № 6. С. 69-76.

28. Лещенко Л. О., Сєвідов В. П. Сучасний стан та тенденції розвитку овочівництва в Україні. *Вісник ХНАУ. Серія : Економічні науки.* 2015. №3.С. 317-324.
29. Ромащенко М. І. та ін. Технології вирощування овочевих культур при краплинному зрошенні в умовах Півдня України : рекомендації. Київ : 2006. 123 с.
30. Hammes P. S., Beyers E. A., Joubert E. J. Die invlaed van stroling of die proei en oprengs van kweekhuis tamates. *Crop. Prod.* 1980. № 9. P. 227–231.
31. Hunghes M. K., Lepp N. W., Phipps D. A. Aerial heavy metal pollution and terrestrial ecosystems. *Anv. Ecol. Res.* 1980. 11. P. 217–231.
32. Гордієнко В. П., Геркіял О. М., Опришко В. П. Землеробство : навч. Посібник. За ред. В. П. Гордієнка. Київ : Вища шк., 1991. 268 с.
33. Лимар А. О., Рябініна Н. П. Ріст та розвиток рослин розсадного томата залежно від фону живлення, способу та глибини основного обробітку ґрунту за краплинного зрошення. *Онтогенез – стан, проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах : матеріали доп. Міжнар. наук. конф., 7–9 верес. 2012 р.* Херсон, 2012. С. 185–191.
34. Лимар А. О., Рябініна Н. П. Ріст та розвиток рослин розсадного томата залежно від фону живлення, способу та глибини основного обробітку ґрунту за краплинного зрошення. *Таврійський наук. вісн.* 2012. Вип. 79. С. 212–217.
35. Лимар В. А., Ємець Г. В. Урожайність і якість плодів томата при вирощуванні в плівкових теплицях. *Таврійський наук. вісн.* 2004. Вип. 39, ч. 2. С. 115–120.
36. Лихацький В. І., Бургарт Ю. Є., Васянович В. Д. Овочівництво: в 2-х ч. Ч. 2. Біологічні особливості і технологія вирощування овочевих культур; за ред. В. І. Лихацького. Київ : Урожай, 1996. 360 с.
37. Савченко В., Кропивницький Р. Обґрунтування малооб’ємної технології вирощування томатів в умовах захищеного ґрунту. *Матеріали конференцій МЦНД, (12.09.2025; Рівне, Україна), 2025.* С. 98–100.

38. Савченко В. Питання синергетики в культивацийних системах галузі захищеного ґрунту. *Синергетика, фрактали і нові технології: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції, 4-5 червня 2025 р. Житомир* : Поліський національний університет, 2025. С. 59-62.

39. Савченко В., Лисюк О. Самоорганізаційні системи в галузі захищеного ґрунту. *Синергетика, фрактали і нові технології: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції, 4-5 червня 2025 р. Житомир* : Поліський національний університет, 2025. С. 62-65.

40. Міненко С. В., Савченко В. М., Крот В. В. Аналіз залежності інтенсивності продуктивного фотосинтезу від режимів мікроклімату в індустриальних теплицях. *Вісник ЖНАЕУ*. 2016. № 1 (53), т. 1. С. 270–276.