

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
АГРОБІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Спеціальність 206 «Садово-паркове господарство»

Допускається до захисту

В.о. кафедри садово-паркового господарства

_____ д-р філософії Ю.В. Ващук

«_____» _____ 2025 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

**Удосконалення гідропонної технології вирощування суниці садової
і декоративних культур родів *Spathiphyllum*, *Tradescantia***

Виконала **Осауленко Алла Миколаївна**

Керівник доцент **Олешко О.Г.** _____

Рецензент _____

Я, Осауленко Алла Миколаївна, засвідчую, що кваліфікаційну роботу виконано з дотриманням принципів академічної доброчесності.

Біла Церква - 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
АГРОБІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Спеціальність 206 «Садово-паркове господарство»

Затверджую
Гарант ОП
_____ к.б. н. Н.М. Крупа
« ____ » _____ 2025 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
Осауленко Аллі Миколаївні
Тема: Удосконалення гідропонної технології вирощування суниці садової
і декоративних культур родів *Spathiphyllum*, *Tradescantia*

Затверджено наказом ректора № ____ від _____
Термін здачі студентом готової кваліфікаційної роботи в деканат: до «12»11 2025 р.
Перелік питань, що розробляються в роботі. Вихідні дані.

1. Провести літературний аналіз стосовно особливостей роботи гідропонних конструкцій, їх застосування та переваг гідропонних систем.
2. Провести вегетаційний експеримент із вирощування суниці садової у гідропонній системі.
3. Дослідним шляхом підібрати оптимальний склад поживного середовища для різних сортів суниці .
4. Експериментальним шляхом дослідити ефективність гідропонного вирощування декоративних культур родів *Spathiphyllum*, *Tradescantia* порівняно з традиційним способом вирощування.

Календарний план виконання роботи

Етап виконання	Дата виконання етапу	Відмітка про виконання
Огляд літератури	01.10.2024 - 01.09.2025	Виконано
Методична частина	01.10.2024 - 01.12.2024	Виконано
Дослідницька частина	01.10.2024 - 01.10.2025	Виконано
Оформлення роботи	01.09.2025 - 01.11.2025	Виконано
Перевірка на плагіат	12.11.2025 - 15.11.2025	Виконано
Подання на рецензування	15.11.2025	Виконано
Попередній розгляд на кафедрі	18.11.2025	Виконано

Керівник кваліфікаційної роботи _____

Олешко О.Г.

Здобувач _____

Осауленко А.М.

Дата отримання завдання «_15_» _____09_____ 2025 р.

РЕФЕРАТ

Осауленко А. Удосконалення гідропонної технології вирощування суниці садової і декоративних культур родів *Spathiphyllum*, *Tradescantia*

Здійснено порівняльний аналіз шести основних типів гідропонних систем. У активних гідропонних системах поживний розчин активно подається до рослин за допомогою насоса (Nutrient Film Technique, Deep Water Culture, Flood and Drain, аеропоніка). У пасивних системах використовується капілярний ефект або занурення (Drip System, Wick System). Гідропоніка є екологічно безпечною, ресурсозберігаючою технологією вирощування культурних рослин, в тому числі ягідних і декоративних. Детально розглянуто розвиток гідропонних технологій у країнах світу.

Проведено експеримент із вирощування різних сортів суниці садової в гідропонній системі в умовах приватного фермерського господарства. Здійснено порівняльний аналіз впливу поживних розчинів з комплексом Hydroponics Kit та на основі макро-і мікроелементів на показники росту і продуктивності суниці. Отримані результати досліджень гідропонного вирощування трьох сортів суниці свідчать про перевагу сорту Азія, що демонстрував найвищі показники вегетативного та генеративного розвитку. Це свідчить про високу адаптивність сорту до технології гідропоніки та ефективне засвоєння елементів живлення.

Розрахунок економічної ефективності вирощування суниці в гідропонній культурі показав високий рівень рентабельності технології в межах 43–86%, що свідчить про її перевагу як інтенсивної технології.

За результатами проведеного експерименту з вирощування традесканцій і спатіфіллума в умовах гідропонної культури з'ясовано, що в гідропонній системі рослини спатіфіллуму Волліса продемонстрували середній загальний приріст у 33,3%, що свідчить про високу адаптивність до водного живлення, активне формування квітконосів та стабільний розвиток листяної маси.

У різних таксонів традесканції рослини в середньому зросли на 33,7–55,6% з активним утворенням повітряних коренів і пагонів, що також вказує на добру реакцію на гідропоніку.

Виявлено, що у порівнянні із традиційною горщечковою культурою за гідропонної технології приріст досліджених рослин спатіфіллуму і традесканції був дещо вищим. Метод гідропоніки для вирощування декоративних рослин може бути рекомендованим для забезпечення контрольованих умов вирощування декоративних рослин, максимізації їх декоративних параметрів та економії площі в умовах закритого ґрунту.

Отже, вирощування суниці садової та декоративних культур показує, що універсальні принципи гідропоніки – точне дозування елементів, контроль рН, оптимізація субстратів – мають спільне позитивне значення, проте кожна культура потребує індивідуального підходу. Для суниці критичним є баланс калію та кальцію, тоді як для *Spathiphyllum* і *Tradescantia* важливішим є стабільний водний режим та уникнення засолення. Це дозволяє підвищити продуктивність, декоративність та екологічну стійкість рослин.

Кваліфікаційна робота магістра містить 50 сторінок, 7 таблиць, 10 рисунків, список використаних джерел із 32 найменувань.

Ключові слова: гідропоніка, суниця садова, сорти суниці, живильні розчини для гідропоніки, *Spathiphyllum*, *Tradescantia*.

ANNOTATION

Osaulenko A. Improvement of hydroponic technology for growing garden strawberries and ornamental crops of the genera *Spathiphyllum* and *Tradescantia*

A comparative analysis of six main types of hydroponic systems was carried out. In active hydroponic systems, the nutrient solution is actively supplied to the plants using a pump (Nutrient Film Technique, Deep Water Culture, Flood and Drain, aeroponics). Passive systems use the capillary effect or immersion (Drip System, Wick System). Hydroponics is an environmentally friendly, resource-saving technology for growing cultivated plants, including berries and ornamental plants. The development of hydroponic technologies in countries around the world is considered in detail.

An experiment was conducted on growing different varieties of garden strawberries in a hydroponic system on a private farm. A comparative analysis of the effect of nutrient solutions with the Hydroponics Kit complex and based on macro- and microelements on the growth and productivity of strawberries was carried out. The results of research on the hydroponic cultivation of three varieties of strawberries indicate the superiority of the Asia variety, which demonstrated the highest indicators of vegetative and generative development. This indicates the high adaptability of the variety to hydroponic technology and effective assimilation of nutrients.

The calculation of the economic efficiency of growing strawberries in hydroponic culture showed a high level of profitability of the technology within the range of 43–86%, which indicates its advantage as an intensive technology.

The results of an experiment on growing *Tradescantia* and *Spathiphyllum* in hydroponic culture showed that in the hydroponic system, *Wallis Spathiphyllum* plants demonstrated an average total growth of 33.3%, which indicates high adaptability to water nutrition, active formation of flower stalks and stable development of foliage.

In different taxons of *Tradescantia*, plants grew on average by 33.7-55.6% with active formation of aerial roots and shoots, which also indicates a good response to hydroponics.

It was found that, compared to traditional pot culture, the growth of the studied *Spathiphyllum* and *Tradescantia* plants was slightly higher with hydroponic technology. The hydroponics method for growing ornamental plants can be recommended to ensure controlled conditions for growing ornamental plants, maximise their decorative parameters and save space in closed ground conditions.

Thus, the cultivation of garden strawberries and ornamental crops shows that the universal principles of hydroponics — precise dosing of elements, pH control, substrate optimisation — have a common positive effect, but each crop requires an individual approach. For strawberries, the balance of potassium and calcium is critical, while for *Spathiphyllum* and *Tradescantia*, a stable water regime and avoidance of salinisation are more important. This allows for increased productivity, ornamental value and environmental sustainability of plants.

The master's thesis contains 50 pages, 7 tables, 10 figures, and a list of 32 references.

Keywords: hydroponics, garden strawberries, strawberry varieties, nutrient solutions for hydroponics, *Spathiphyllum*, *Tradescantia*.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	8
1.1. Загальна характеристика гідропоніки та її розвиток у країнах світу.....	8
1.2. Гідропонні технології вирощування суниці садової.....	15
1.3. Гідропонні технології вирощування декоративних рослин.....	16
РОЗДІЛ 2. УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	21
2.1. Ґрунтово-кліматичні умови м. Біла Церква.....	21
2.2. Методика проведення досліджень та схема досліду.....	23
РОЗДІЛ 3 УДОСКОНАЛЕННЯ ГІДРОПОННОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СУНИЦІ САДОВОЇ.....	29
3.1. Характеристика сортів суниці садової для гідропонної культури.....	29
3.2. Особливості росту і розвитку рослин суниці садової у гідропонній культурі	30
3.3 Економічна ефективність вирощування садової суниці гідропонним методом.....	34
3.4. Узагальнена оцінка сортів суниці садової в гідропонній культурі	36
РОЗДІЛ 4 ГІДРОПОННА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИН РОДІВ <i>SPATHIPHYLLUM</i> , <i>TRADESCANTIA</i>	38
4.1. Харатеристика родів <i>Spathiphyllum</i> , <i>Tradescantia</i> у гідропонній культурі.....	38
4.2. Особливості росту і розвитку рослин <i>Spathiphyllum</i> і <i>Tradescantia</i> у гідропонній культурі	40
ВИСНОВКИ.....	45
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	47

ВСТУП

Актуальність теми дослідження: Гідропоніка – це спосіб вирощування рослин, що використовує водні розчини замість ґрунту, забезпечуючи рослинам доступ до кисню та поживних речовин. Гідропонне вирощування сільськогосподарських і декоративних культур є інноваційним рішенням, яке відповідає сталим методам ведення сільського господарства. Ця технологія має ряд переваг: заощадження води та інших матеріальних ресурсів порівняно з традиційним землеробством через оптимальне управління культурами. Гідропонна культура придатна для міського середовища, так як вона дозволяє вирощувати рослини в обмежених просторах. Вона є альтернативною технологією вирощування рослин різного господарського призначення в умовах кліматичних змін, коли території, відведені під землеробство, страждають від посухи.

Нині гідропонна технологія є загально визнаною та широко застосовується в багатьох країнах світу [1]. Виникли кілька напрямків гідропоніки, що відрізняються між собою технологічними особливостями: типом субстрату (або ж його відсутністю), рівнем технологічності процесу (низько- або високотехнологічний, з комп'ютерним управлінням), масштабами виробництва (промислове або невелике фермерське господарство) тощо. Тож удосконалення експериментальним шляхом гідропонної технології вирощування культур, адаптованої до місцевих ґрунтово-кліматичних умов, вимог споживчого ринку та матеріально-технічних умов господарств є актуальним.

Метою кваліфікаційної роботи є дослідження і удосконалення гідропонної технології вирощування суниці садової і декоративних культур родів *Spathiphyllum*, *Tradescantia*.

Для досягнення мети поставлено наступні **завдання**:

1. Провести літературний аналіз стосовно особливостей роботи гідропонних конструкцій, їх застосування та переваг гідропонних систем.
2. Провести вегетаційний експеримент із вирощування суниці садової у гідропонній системі.
3. Дослідним шляхом підібрати оптимальний склад поживного середовища для різних сортів суниці .
4. Експериментальним шляхом дослідити ефективність гідропонного вирощування декоративних культур родів *Spathiphyllum*, *Tradescantia* порівняно з традиційним способом вирощування.

Об'єкт досліджень: гідропонна культура суниці садової і декоративних культур родів *Spathiphyllum*, *Tradescantia*.

Предмет досліджень: склад поживних середовищ, умови культивування.

Апробація. Результати досліджень та основні положення дипломної роботи доповідались і обговорювались на Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції здобувачів вищої освіти та молодих учених «Інновації у садово-парковому господарстві України» (м. Біла Церква, 22 жовтня 2025 р.).

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Загальна характеристика гідропоніки та її розвиток у країнах світу

Гідропоніка – це спосіб вирощування рослин, що використовує водні розчини замість ґрунту, забезпечуючи рослинам доступ до кисню та поживних речовин.

Серед сучасних методів вирощування сільськогосподарських і декоративних культур гідропоніка посідає особливе місце як екологічно безпечна, ресурсозберігаюча технологія, яка має значний потенціал щодо подальшого розвитку і вдосконалення, що допоможе вирішити важливі проблеми. Серед експериментально підтверджених переваг гідропоніки є: швидший ріст рослин – рослини безпосередньо отримують поживні речовини, тому ростуть на 20–50% швидше; можливість отримувати вищі врожаї на тій самій площі; економія води, так як використовується до 70–90% менше води, ніж у традиційному землеробстві; точне дозування поживних речовин забезпечує якість продукції; відсутність бур'янів і ґрунтових хвороб зменшує потребу в гербіцидах і пестицидах; підходить для міських умов, так як рослини можна вирощувати на балконах, у теплицях, вертикальних фермах[15].

Внаслідок кліматичних змін значні території, відведені під землеробство, страждають від посухи, що підтверджує необхідність пошуку нових, ефективніших методів вирощування культур, серед яких є і гідропоніка.

Нині в гідропоніці застосовують кілька напрямків, що відрізняються між собою технологічними особливостями: типом субстрату (або ж повною його відсутністю), рівнем технологічності процесу (низько- або високотехнологічний, з комп'ютерним управлінням), масштабами виробництва (промислове чи невелике фермерське господарство) тощо.

Існує шість основних типів гідропонних систем. Їх можна класифікувати на дві великі категорії: активні (де поживний розчин активно подається до рослин за допомогою насоса) та пасивні (де використовується капілярний ефект або занурення).

Основні типи гідропонних систем:

Система гнотової подачі (Wick System): це пасивна система, одна з найпростіших. Поживний розчин доставляється до коренів рослин через гніт (наприклад, мотузку або смужку тканини) за допомогою капілярного ефекту.

Глибоководна культура (Deep Water Culture, DWC): у цій системі коріння рослин постійно занурене в багатий на поживні речовини та насичений киснем водний розчин. Аерація води забезпечується акваріумним компресором та розпилювачем повітря (аерліфтом).

Система періодичного затоплення (Ebb and Flow або Flood and Drain): Система працює шляхом періодичного затоплення кореневої зони поживним розчином, який потім стікає назад у резервуар. Це забезпечує чергування доступу коренів до води/поживних речовин та кисню.

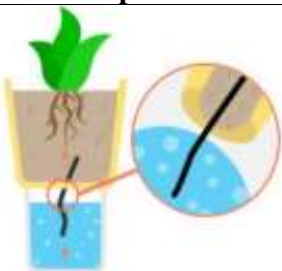
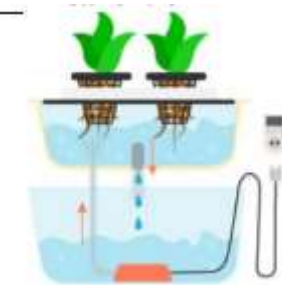
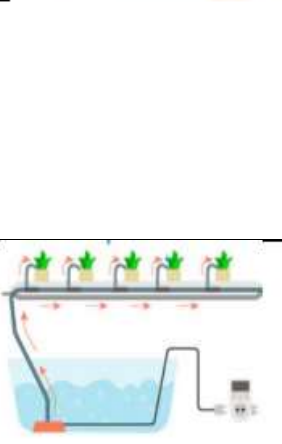
Техніка живильного шару (Nutrient Film Technique, NFT): У цій системі тонкий шар поживного розчину безперервно циркулює по похилих каналах, омиваючи нижню частину коренів. Велика частина кореневої маси при цьому знаходиться над розчином, що забезпечує достатній доступ до кисню.

Система крапельного поливу (Drip System): Поживний розчин подається безпосередньо до основи кожної рослини через невеликі крапельниці. Надлишок розчину може збиратися і використовуватися повторно (рециркуляційна система) або стікати (відкрита система).

Аeropоніка (Aeroponics): Цей метод передбачає вирощування рослин, коріння яких підвішене в повітрі та періодично зрошується дрібним туманом або аерозолем поживного розчину. Це забезпечує максимальний доступ до кисню та поживних речовин[22].

Вибір конкретного типу системи залежить від виду рослин, бюджету та наявної площі. Переваги та недоліки різних систем наведені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Типи гідропонних систем

Назва системи	Переваги	Недоліки	Схематичне зображення
Система гнотової подачі (Wick System)	простота використання, мінімальні фінансові витрати, надійність	нестача кисню, уповільнений розвиток рослин через пасивну подачу поживних речовин	
Глибоководна культура (Deep Water Culture, DWC)	простота використання, мінімальні фінансові витрати, пришвидшений розвиток рослин	при поганому очищенні можливі захворювання кореневої системи: цвіль та загнивання кореневої шийки	
Система періодичного затоплення (Ebb and Flow або Flood and Drain)	простота використання, автоматизована система, що не вимагає використання дорогого обладнання, добре насичення поживними речовинами, частина яких затримується в субстраті	залежність від джерела електроенергії, її відсутність унеможливорює роботу установки	
Техніка живильного шару (Nutrient Film Technique, NFT)	не використовується субстрат, що зменшує загальні витрати за вирощування культур. Вологе повітря у достатній кількості насичує коріння, що позитивно впливає на ріст надземної частини.	пошкодження насоса або вимкнення електроенергії повністю унеможливорює роботу системи, коріння швидко висихає	
Система крапельного поливу (Drip System)	з використанням таймеру у реверсивній системі подача необхідної кількості води та контроль рівня pH відбувається одночасно та автоматично. Корені	вимагає профілактичної чистки системи, щоб уникнути появи засмічень та плісняви у прикореневій зоні та резервуарах	

	знаходяться у добре аерованому середовищі.		
Аеропоніка (Aeroponics)	система максимально збагачує коріння рослин киснем, водою та поживними речовинами, що є рушійною силою пришвидшеного темпу росту рослин.	багато уваги треба приділяти роботі таймера, що регулює подачу води. Для розсіювання поживної речовини використовуються форсунки які схильні до частого засмічення	

Нині гідропонна технологія є загально визнаною та широко застосовується в багатьох країнах світу. Лідерами в цій сфері є – Нідерланди, Великобританія, Франція, Ізраїль, Канада, Австралія. В цих країнах протягом кількох десятиліть експериментальним шляхом розробляли більш досконалі, адаптовані до місцевих умов технології позагрунтового вирощування культур.

Нідерланди стоять у перших позиціях зі створення передових технологій гідропонної культури та вирощування якісної продукції, яка добре відома не лише в державі, а й за її межами. Наприклад Нідерландські квіти, вирощені на гідропоніці, дуже популярні та незмінно користуються значним попитом у всьому світі.

Масштаби розвитку гідропоніки в Нідерландах, як альтернативного способу вирощування рослин, пояснюються наслідками руйнівної діяльності людини, які сталися через традиційне культивування сільськогосподарських рослин впродовж багатьох століть, що призвело до ерозії ґрунтів, їх руйнування, а також накопичення хвороботворних організмів. Тож традиційне рослинництво в цій країні стало ризикованим видом трудової діяльності. В 70-ті роки ХХ століття нідерландські фермери поступово перейшли на гідропонні технології, які виявилися для них перспективнішими та прибутковішими за традиційні[5].

Гідропоніка дозволила повністю знизити ризик втрати врожаю внаслідок несприятливих умов довкілля, уникнути можливих ґрунтово-

генетичних захворювань культур та підвищити рівень рентабельності виробництва. Нідерландські фермери інвестують у сучасні теплиці, обладнані із застосуванням новітніх комп'ютерних технологій, здатних контролювати та регулювати температурний режим, вологість, рівень вуглекислого газу, тривалість освітлення, проводити моніторинг подачі поживних речовин, а також керувати системою змішування й подачі живильного розчину до рослин. Застосування сучасної технології забезпечує фермерам стабільний дохід і є гарантом досягнення фінансового успіху цієї галузі в масштабах усієї держави.

Приватним тепличним господарствам надається значна допомога та підтримка від уряду Нідерландів, в країні функціонують науково-дослідні центри, у яких науковці займаються розробкою нових, більш досконалих методів гідропоніки, визначають оптимальні формули поживних розчинів для різних культур на певних стадіях їх зростання. Науковці тісно співпрацюють із власниками тепличних господарств. У разі виникнення будь-яких проблем, пов'язаних із застосуванням гідропонних технологій, фермеру достатньо поінформувати про це урядовий дослідницький центр, який одразу направить до нього експерта для виявлення проблем та надання рішення щодо їх усунення[10].

Досвід розвитку тепличних господарств із застосуванням позаґрунтових технологій вирощування рослин існує й у Франції. Організовані урядом науково-дослідні установи проводять численні експерименти з гідропонною культурою. У Франції, де цінується якість сільськогосподарських продуктів, гідропоніка є способом отримання органічної продукції, яка завойовує все більше прихильників серед фермерів та громадськості.

Саме у Великобританії з'явився перший із методів гідропоніки N.F.T. (техніка поживної плівки). Принцип N.F.T. полягає у повній відсутності субстрату, коли рослини розміщуються безпосередньо в пластикових трубах, якими й подається поживний розчин. У цій країні розроблений власний

алгоритм співробітництва фермерів та уряду. Засновано Центр передових гідропонних технологій, який фінансується урядом й внесками фермерів. Центр займається розробленням нових гідропонних технологій, дослідженням дії поживних речовин на нові культури тощо. У країні побудовані першокласні сучасні теплиці, обладнані комп'ютерними системами контролю живлення рослин та параметрів довкілля. Англійські фермери, що використовують продукцію на гідропоніці, складають гідну конкуренцію представникам інших країн на Європейському ринку.

В Ізраїлі гідропоніка визнана найбільш доцільним методом підвищення продуктивності сільського господарства. Ізраїльтяни перетворили пустельні землі на квітучі сади за рахунок крапельного зрошення, яке не можна вважати гідропонним методом, проте воно було визнано одним з найважливіших досягнень у галузі землеробства за останні 35 років. Нині розвиток гідропоніки в країні досяг надзвичайно високого рівня завдяки аерогідропоніці (яка є більш досконалою за технологією поживної плівки). Ізраїльські вчені встановили, що в разі насичення киснем поживного розчину, який подається до коренів рослин, можна досягти більш високих темпів зростання, збільшити врожайність культур і навіть підвищити їх стійкість до різних захворювань. Особливо ефективним є цей метод для вирощування рослин із живців. Таке відкриття виявилось надзвичайно важливим для подальшого вдосконалення гідропонних технологій.

Канада є вагомим постачальником овочів, вирощених гідропонним способом, для Сполучених Штатів Америки. Більшість томатів, огірків, солодкого перцю, які продаються взимку в американських супермаркетах, вирощуються із застосуванням гідропоніки в Канаді[27]. Величезні водні ресурси країни та невисока собівартість електроенергії дозволяють отримувати високі прибутки від реалізації продукції, вирощеної на гідропоніці у величезних, ультрасучасних, високотехнологічних тепличних комплексах.

В Австралії гідропоніку успішно застосовують для вирощування культур для експорту до країн Тихоокеанського регіону[30]. Улюблена культура, що вирощується австралійськими фермерами гідропонним методом – це полуниця (рис. 1.1).



Рис.1.1. Гідропонні технології промислового вирощування суниці .

Отже, ключовими напрямками вдосконалення гідропонної технології є:

Системи моніторингу: впровадження датчиків для безперервного контролю ключових показників, таких як рН, електропровідність (ЕР), рівень кисню в розчині.

Автоматичне регулювання: використання контролерів для автоматичного коригування рівня поживних речовин та води, а також для підтримки оптимальної температури.

Розроблення специфічних складів поживних розчинів, адаптованих до конкретних видів рослин та їх потреб на різних стадіях росту.

Застосування біологічно активних речовин, що покращують засвоєння поживних речовин та підвищують стійкість рослин до стресів.

Енергозберігаюче освітлення: перехід на LED-освітлення, яке забезпечує необхідний спектр світла при меншому споживанні енергії.

Розробка та використання сучасних субстратів (наприклад, на основі кокосового волокна, мінеральної вати), які забезпечують кращу аерацію коренів.

Збільшення площ вирощування в умовах обмеженого простору, наприклад, створення вертикальних гідропонних систем.

Подальше вдосконалення різних типів гідропонних систем (наприклад, DWC – глибока воднева культура; NFT – технологія поживного шару; крапельне зрошення) для забезпечення оптимального доступу кисню та поживних речовин до коренів.

1.2. Гідропонні технології вирощування суниці садової

Гідропонна технологія вирощування суниці садової є перспективним напрямом у сучасному ягідництві. Ця культура демонструє стабільну продуктивність у гідропонних системах. Найбільш ефективними системами для суниці визнані NFT (nutrient film technique) та субстратна гідропоніка з використанням кокосового волокна або перліту, що забезпечують оптимальну аерацію кореневої системи та контроль вологості. LED-освітлення з червоно-синім спектром сприяє активному росту та плодоношенню, дозволяючи регулювати фази онтогенезу[3].



Рис. 1.2. Гідропонна система з суницею садовою.

Для рослин суниці важливими елементами є – це вуглець, водень, кисень, азот, фосфор, калій, кальцій, магній, сірка, залізо, мідь, цинк, марганець, молібден, бор, хлор і нікель. Інші елементи, такі як натрій, кремній, ванадій, селен, кобальт, алюміній та йод можуть стимулювати ріст або можуть компенсувати токсичну дію інших елементів. Основними елементами в поживному розчині вважаються азот, фосфор, калій, кальцій, магній і сірка, які доповнюються мікроелементами. У гідропоніці всі поживні речовини знаходяться в збалансованому співвідношенні, яке безпосередньо надходить до рослин. Крім того, існують параметри, які можуть змінити доступність поживних речовин для рослин. За літературними джерелами, показники умов вирощування – рН живильного розчину в межах 5,5–6,5, електропровідність 1.2–2.0 мСм/см, мають критичне значення для величини плодів, фотосинтетичної активності рослин та загального фітогормонального балансу[23].

Вегетативне розмноження в умовах гідропонного вирощування є ефективним методом для забезпечення стабільного оновлення рослинного матеріалу, збереження сортових ознак та прискорення циклу вирощування.

У випадку суниці садової (*Fragaria* × *ananassa*), основним способом вегетативного розмноження є укорінення розеток, що формуються на вусах. У гідропонних системах, особливо при використанні субстратів типу кокосового волокна або перліту, ці розетки можуть бути успішно вкорінені без ґрунту, за умови забезпечення оптимального рівня вологості, аерації та живильного середовища. Вкорінення стимулюється регуляторами росту, такими як індолілмасляна кислота (ІМК), що активізує формування кореневої системи. Дослідженнями доведено, що при ЕС 1.2–1.5 мСм/см та рН 5.8–6.2, розетки демонструють високий рівень приживлюваності та швидке формування коренів.

1.3. Гідропонні технології вирощування декоративних рослин

Гідропоніка для декоративних рослин закритого ґрунту пропонує низку технологічних та практичних переваг, що роблять цей метод ефективнішим за традиційне вирощування в ґрунтовому субстраті. Прискорений ріст та інтенсивне цвітіння – рослини ростуть на 20–30% швидше, оскільки не витрачають енергію на пошук поживних речовин у субстраті, отримуючи їх безпосередньо з розчину. Повний контроль живлення складу і концентрації макро- і мікроелементів, що забезпечує ідеальний баланс для кожної фази розвитку рослини[6]. Оскільки субстрати для гідропоніки стерильні, виключається ризик появи комах ґрунтових шкідників та хвороб, які присутні у ґрунті. Гідропонні системи використовують до 90% менше води порівняно з поливом у ґрунт завдяки циркуляції розчину. Гідропонні системи дозволяють вирощувати більше рослин на меншій площі (наприклад, у вертикальних установках). Сучасне обладнання з інтеграцією ШІ та автоматичним LED-освітленням дозволяє підтримувати мікроклімат і рівень живлення з мінімальним втручанням людини (рис. 1.3).

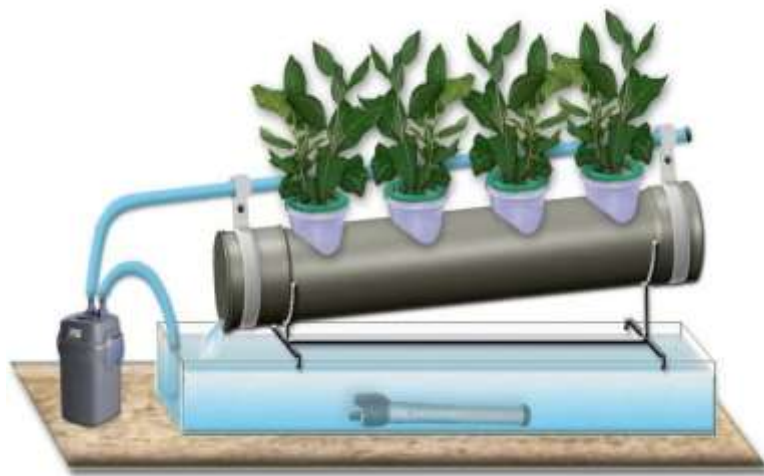


Рис. 1.3. Зразок гідропонної установки для декоративних рослин.

В гідропонній культурі рекомендують вирощувати багаторічні декоративні рослини з невеликою кореневою системою, які не утворюють бульби. За даними дослідників найкраще культивуються в гідропонній культурі: аспарагус, аспленіум, антуріум, аспідістра, більбергія, цикас,

дифенбахія, каланхое, спатифіллум, узамбарська фіалка, філодендрони, фікус Бенджаміна, хойя, шефлера, епіпремум.

Типи гідропонних систем для рослин закритого ґрунту: система глибоководних культур (DWC); техніка поживного шару (NFT); аеропоніка; система періодичного затоплення (Ebb and flow). Використовують субстрати: інертні – керамзит, перліт, мінеральна вата; органічні – кокосове волокно, торф, тирса.

Гідропонні системи використовуються для створення фітостін – це інноваційний метод вертикального озеленення, що дозволяє вирощувати рослини без ґрунту, подаючи поживний розчин безпосередньо до коріння, яке закріплене в інертному субстраті (мінеральна вата, керамзит) або вільно звисає. Такі системи очищують повітря, зволожують його, знижують шум та створюють унікальний дизайн, заощаджуючи простір, і є ефективними для вирощування декоративних рослин, зелені, овочів завдяки простоті догляду та контролю над умовами росту.

Даний метод застосовується не тільки в приміщеннях, в країнах Європи фітостіни влаштовують на фасадах будівель.



Рис. 1.4. Приклади фітостін на гідропонних системах.

Декоративні культури *Spathiphyllum* і *Tradescantia* мають власні вимоги щодо культивування у гідропонних системах.

Для спатіфілumu найкраще підійде метод пасивної гідропоніки (Kratky / гідрокультура) або системи DWC з легкою аерацією[8]. Не рекомендуються NFT системи і аеропоніка, так як коріння спатіфілumu чутливе до пересихання. Спатіфілум потребує помірного освітлення (2000–3000 люкс), стабільної температури (22–25°C) і pH розчину 5.8–6.2.

В системах пасивної гідропоніки важливо підтримувати рівень вологи без застою води. Оптимальними субстратами, які застосовують для фіксації рослин та доступу повітря до коренів є керамзит (LECA) або перліт. Для поживних розчинів застосовують гідропонні добрива для декоративно-листяних рослин з підвищеним азотом (N) та калієм (K). Рослини спатіфілumu чутливі до дефіциту кальцію та магнію, тому слід контролювати баланс мікроелементів. Догляд за рослинами спатіфілumu у гідропонних системах полягає у видаленні відцвілих квітконосів біля основи, промивнні коріння чистою водою раз на місяць. Для стимуляції цвітіння покращують освітлення рослин, у середовище додають підвищену норму Калію. [7]

Традесканція добре росте в простих системах: крапельній, системі Deep Water Culture (DWC), пасивній гідропоніці, фітільній системі. Для вирощування найкраще використовувати живці: частини пагону довжиною 8–12 см з 2–3 вузлами, які укорінюються через 5–10 днів. Традесканція легко адаптується до водного середовища навіть з мінімальним вмістом поживних речовин. Використовують універсальне добриво для декоративно-листяних рослин або гідропонні добрива (Grow). Заміну розчину проводять кожні 2–3 тижні. Оптиміальні параметри: pH водного розчину – 6,0–6,5, ЕС – 0,8–1,2 мСм/см, температура розчину: 18–24 °C .

Обидві культури потребують регулярної заміни живильного розчину (раз на 10–14 днів), профілактичної обробки від грибкових захворювань та видалення старих листків для стимуляції росту. У декоративних культур родів *Spathiphyllum* та *Tradescantia* вегетативне розмноження також має високу ефективність у гідропонних умовах. Спатіфілум розмножується переважно поділом куща. У пасивних гідропонних системах з легким керамзитом молоді

рослини швидко адаптуються до нового середовища, за умови підтримання стабільної температури (22–25°C) та помірної освітленості. Традесканція легко розмножується живцями, демонструючи високу регенеративну здатність, особливо при додаванні мікроелементів (Fe, Mn, Zn) у живильний розчин з рН 6,0–6,5[12]. Таким чином, вегетативне розмноження в гідропоніці дозволяє не лише зберігати генетичну стабільність культур, а й забезпечує швидке оновлення рослинного матеріалу з мінімальними затратами ресурсів. Це особливо актуально для інтенсивного вирощування декоративних рослин в умовах закритого ґрунту або вертикального озеленення.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ґрунтово-кліматичні умови м. Біла Церква

Біла Церква — місто обласного підпорядкування у Київській області України, значний економічний і культурний центр Столичного економічного району, розташований за 80 км на південь від Києва на р. Рось.

Клімат Київської області помірно континентальний, м'який, з достатньою вологістю. Зима тривала, порівняно тепла; літо — достатньо тепле й вологе. Пересічна температура січня на Півночі — $6,5^{\circ}$, в центральній частині — $5,8^{\circ}$, на Півдні — $6,1^{\circ}$, липня — відповідно $+19,2$, $+19,5$, $+20,1^{\circ}$. Тривалість безморозного періоду 160–165 днів. Період з температурою понад $+10^{\circ}$ становить від 155 днів на Поліссі до 160–165 днів на Півдні і Сході області, сума активних температур від 2480° на Півночі і до 2700° на Півдні. Опадів 500 – 600 мм на рік, на крайньому Півдні – 400–500 мм. Максимальна кількість їх (близько 40 %) випадає влітку. Сталий сніговий покрив (пересічна висота 25–30 см, крайньому Півдні – 15–20см) встановлюється в середині грудня, сходить у кінці березня. Серед несприятливих кліматичних явищ — інтенсивні зливові дощі з грозами, град, бездошові періоди, суховії (до 5–10 днів), пилові бурі влітку, льодова кірка, ожеледь тощо. Північна частина Київської області лежить у вологій помірно теплій, південна — у недостатньо вологій, теплій агрокліматичній зонах.

Кліматичні умови Тетіївського району формуються внаслідок взаємодії сонячної радіації, циркуляції атмосфери і земної поверхні. Усі чинники діють постійно і безперервно. Відсутність гір сприяє вільному переміщенню і перемішуванню повітряних мас різного походження, що зумовлює значну мінливість погодних процесів за сезонами. Клімат Тетіївщини в цілому помірно - континентальний. Зима на Тетіївщині тривала, але порівняно тепла. Зима розпочинається в середині листопада. (перехід середньодобової температури повітря через 0°C) і триває в середньому 135 днів. Багаторічна

січнева температура повітря становить -6°C . Це пояснюється значним впливом Атлантичного океану. Для зими характерні відлиги, коли температура повітря іноді підвищується до $+10^{\circ}\text{C}$, а сніговий покрив зникає.

Вторгнення теплих мас повітря із заходу і південного заходу, підвищення сонячної радіації внаслідок збільшення тривалості дня і висоти Сонця спричиняє активний наступ весни. Важливе значення навесні відіграють опади. У цей період на півночі випадає 100 – 115 мм, а на півдні – південному заході району випадає 120 – 130 мм. Весна супроводжується нерідко поверненнями холодів.

Перехід середньої добової температури через 15°C вважають початком літа: погода здебільшого сонячна, тепла, вітри слабкі, гуркочуть перші грози. Літо починається з кінця (іноді з середини) травня і закінчується на початку – у середині вересня, коли температура повітря падає нижче 15°C . У середньому літній період теплий і вологий. Середньомісячна температура повітря всіх літніх місяців перевищує 18°C ; випадає 200 – 250 мм опадів. Загалом літня погода на території району сприятлива для проведення як багатоденних оздоровчо - туристських походів, так і одно - та дводенних оздоровчих походів, а серпневі сонячні дні дають змогу продовжити мандри по рідному краю.

Річні суми опадів коливаються від 457 до 560 мм. По сезонам середньорічна кількість опадів розподіляється таким чином: зимою випадає – 16 - 20%, весною 23 - 25%, влітку – 35 - 40%, восени 22 - 24%. Середня відносна вологість повітря взимку 85%, а найменша влітку – 64 - 66%.

Середньорічна загальна хмарність — 6,4 бали, максимум припадає на грудень (8,2), мінімум — на серпень (4,8). Середня вологість повітря — від 64 % (травень) до 85 % (листопад).

В геологічному відношенні територія краю розміщена на Українському кристалічному щиті (УКЩ). В зональному відношенні це перехідна зона від лісу до степу — лісостеп. Правобережна частина Київської області

розташована в межах Центральнополіської правобережної агрогрунтової провінції та Центральнісостепової підвищеної агрогрунтової провінції, правобережна -у Східностеповій низовині агрогрунтової провінції.

У межах міста сформувались основні типи ґрунтів: чорнозем типовий, чорнозем опідзолений, сірий лісовий ґрунт, дерново-опідзолистий, лучно-чорноземний, дерновий і болотний. У краї сильно виражені процеси ерозії ґрунтів, які виникають під впливом зовнішніх умов: розмивання талими і дощовими водами, вивітрювання, спровоковані і прискорені неправильним розорюванням схилів.

Вміст гумусу в орному шарі становить 5,2-4,6 %. В складі гумінових кислот переважає фракція пов'язана з кальцієм. Карбонати вилужені і знаходяться в шарі 120-140 см. Валові запаси азоту, фосфору і калію досить невисокі. Вміст фосфору становить 5,5-5,6 мг на 100 гр. ґрунту. Вміст доступного для рослин калію становить в орному шарі 4,0-5,1 мг на 100 гр. ґрунту. Середньо-суглинковий механічний склад ґрунту є доброю передумовою для обробітку ґрунту як механізованим способом, так і вручну, що сприяє догляду за рослинами. Головною водоймою є річка Рось, яка 16 км протікає здебільшого південною частиною міста. Довжина - 346 км, басейн - 12 575 км².

Таким чином, ґрунтово-кліматичні умови є цілком сприятливі для вирощування сільськогосподарських і декоративних рослин.

2.2. Методика проведення досліджень та схема досліду

В дослідженнях застосовували наступні емпіричні методи дослідження: вегетаційний метод, спостереження, вимірювання, порівняння, фіксації. За допомогою теоретичних методів дослідження – аналізу (розкладання на частини) і синтезу (поєднання в ціле) здійснювали осмислення даних, виявлення закономірностей та формулювання висновків.

Дослідження проводили в умовах приватного господарства за адресою вул. Польова 69, с. Піщана, Білоцерківський район, Київська область.



Рис. 2. 1. Місце розташування ділянки на мапі.

На основі розглянутих методів гідропонних систем була створена гідропонна установка, придатна для використання у міських умовах та невеликих присадибних господарств.

Для цього в умовах приватного фермерського господарства була виготовлена гідропонна конструкція з пластикових труб за зразком промислових гідропонних систем суниці садової (рис. 1.2).

Відсутність ухилу компенсувалася постійною роботою насоса, а підвішене розташування труб економило простір і полегшувало доступ до рослин, роблячи систему практичною та зручною для експерименту.

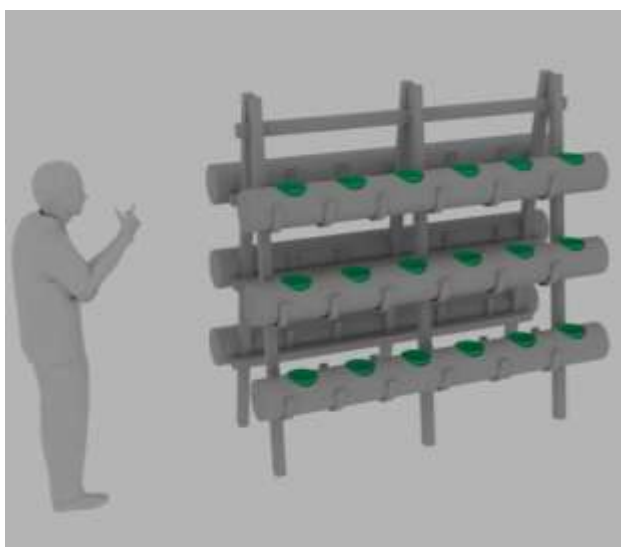


Рис. 2. 2. Модель гідропонної системи з труб для проведення дослідів.

Дослід 1. Вирощування суниці садової у гідропонній культурі.

Дослід двофакторний:

Фактор 1 – сорти суниці;

Фактор 2 – склад поживного середовища.

Для досліду було вибрано 3 сорти суниці садової (*Fragaria* × *ananassa*):

1. Сорт Азія (Asia)
2. Сорт Румба (Rumba)
3. Сорт Клері (Clery)

Всі рослини вирощувалися у теплиці на NFT-системі без додаткового освітлення. NFT (nutrient film technique) – це гідропонна система, в якій корені рослин занурені у тонкий шар живильного розчину, що постійно циркулює по каналах, забезпечуючи рівномірне живлення та аерацію.

Для досліду використовували систему з ПВХ труб без ухилу, які були підвішені у теплиці; живильний розчин подавався насосом у верхню частину труби та повертався у резервуар для повторної циркуляції, при цьому щоденно контролювали рН та електропровідність.

У досліді застосовувалися два типи субстрату: керамзит середньої фракції як основний дренажний та фіксуючий матеріал, а також кокосове волокно як додатковий стабілізатор для фіксації кореневої шийки рослин.

Варіанти досліду за складом поживного середовища.

Варіант 1. Параметри поживного розчину та схема живлення:

Добриво Hydroponics Kit (складники – GROW, BLOOM, MICRO, FLOWERING). Grow стимулює вегетативний ріст, забезпечує азот, фосфор, калій, магній, кальцій. Bloom сприяє формуванню кореневої системи, цвітінню, плодоношенню. Micro містить мікроелементи у формі хелатів (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo), стабілізує рН.

Рекомендовані параметри для суниці в NFT: рН розчину 5,8–6,2; ЕС: 1,2–2,0 мСм/см (у фазу активного росту – 1,4–1,6, під час плодоношення – 1,6–2,0). Оновлення розчину кожні 2–3 тижні.

Склад макроелементів (мг/л): N – 150 (вегетація), 80 (плодоношення); P – 70 (вегетація), 70 (плодоношення); K – 140 (вегетація), 350 (плодоношення); Ca – 200–260; Mg – 50; S – 50–110; Fe – 4; мікроелементи згідно з інструкцією.

Варіант 2. Параметри поживного розчину та схема живлення:

У досліді використовувалася вода з вихідним рН до 8,0 та ppm 300, яка коригувалася до рН 5,5 і ppm 250 шляхом додавання 3 г лимонної кислоти на 10 л води. Такий підхід дозволяє швидко і безпечно знизити рН до оптимального рівня для більшості гідропонних культур, зокрема суниці та декоративних рослин.

Живильний розчин містив основні добрива: Фульвігрейн Стимул (фульвові кислоти, мікроелементи, ауксин, цитокінін), Гуміфред (гумати), Калій-Бор, а також мікро- та макроелементи, які вносилися у серпні–вересні. Розчин змінювався кожні 2–3 тижні, що відповідає рекомендаціям для NFT-системи та забезпечує стабільне живлення рослин.

Добрива та стимулятори: фульвігрейн Стимул – концентрат фульвових кислот (200 г/л) з мікроелементами (Fe, Mn, Mg, Zn, Cu, S), ауксином і цитокініном. Сприяє активному росту, закладанню генеративних органів, підвищує стійкість до стресу та засвоєння поживних речовин.

Гуміфред – гумінові кислоти, що стимулюють розвиток кореневої системи, підвищують імунітет рослин.

Калій-Бор – джерело калію та бору, необхідних для цвітіння, формування плодів, підвищення стійкості до стресу.

Мікро- та макроелементи – залізо, магній, кальцій, фосфор, азот, сірка, цинк, мідь, марганець, молібден, бор, що забезпечують повноцінне живлення рослин у гідропонії.

Параметри живильного розчину

– рН підтримувався на рівні 5,5 ($\pm 0,2$), що забезпечувало оптимальне засвоєння макро- і мікроелементів для всіх культур. Періодичні коливання

pH (до 6,0) спостерігалися при затримках з оновленням розчину або неточностях у дозуванні лимонної кислоти.

– середнє значення ЕС становило 1,4–1,8 мСм/см (250–650 ppm). Зниження ЕС нижче 1,2 мСм/см призводило до ознак дефіциту живлення (жовтіння листя, зниження темпів росту), підвищення понад 2,0 мСм/см – до ознак токсичності (крайове підсихання листя, зменшення декоративності).

– температура розчину підтримувалася у межах 20–25°C, що сприяло активному росту та запобігало розвитку корневих гнилей.

– оновлення розчину проводили кожні 2–3 тижні.

Календарний план проведення досліджень

Місяць	Події та спостереження
Квітень	Закладення досліду, висадка рослин, внесення першого розчину
Травень	Адаптація рослин, початок росту коріння, поява перших листочків
Червень	Активний ріст рослин
Липень	Початок цвітіння спатіфілума та традесканції
Серпень	Активний ріст декоративних культур
Вересень	Оцінка декоративності
Жовтень	Завершення вегетації рослин, демонтаж системи, аналіз результатів

Вивчалися кількісні ознаки: висота рослин, кількість квітконосів, квіток, а також параметри продуктивності – кількість ягід на куш, масу ягід.

Дослід 2. Вирощування спатіфіллума і традесканції у гідропонній культурі.

Спатіфіллум і традесканція були висаджені 26.04.2025 р. у керамзит і вирощувалися в однаковому універсальному живильному розчині. Початкові параметри розчину – TDS 468 ppm, pH 6,0.

Контроль - рослини у звичайному органічному ґрунті в горщиках.

Експериментальна методика передбачала використання саджанців із сформованими кореневою та листяною системами, очищених від субстрату, вимірюваних лінійкою та задокументованих фотозйомкою перед закладанням у систему. Рослини були поміщені в горщики з керамзитом як фіксатором коренів, після чого рівномірно розподілені між трубами для занурення в живильний розчин. Первинний живильний розчин для першої труби складався за рекомендаціями комплекту Hydroponics Kit; перед першим внесенням розчин перевіряли – TDS 468 ppm, pH 6,0 (вихідні умови для адаптації кореневої системи).

Склад живильного розчину Hydroponics Kit – містить збалансовані макро- та мікроелементи, адаптовані для різних фаз росту; у вегетативній фазі переважає вищий вміст азоту (N) для стимуляції листяної маси, тоді як у фазі цвітіння/плодоношення підвищують фосфор (P) і калій (K) для підтримки генеративних процесів. Практично це реалізується через поетапні таблиці дозувань (ранній розвиток → пізня вегетація → цвітіння → дозрівання), які використовувалися в досліді; остаточне переведення системи на режим «Пізня вегетація» після цвітіння спатіфілума обґрунтовано як оптимізація для підтримки відновлення вегетативної маси та кореневої системи.

Обліки і спостереження проводили згідно загальноприйнятих методик, статистичну обробку отриманих даних – методом факторного аналізу.

РОЗДІЛ 3

УДОСКОНАЛЕННЯ ГІДРОПОННОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СУНИЦІ САДОВОЇ

3.1. Характеристика сортів суниці садової для гідропонної культури

Суниця сорту Азія — виведена в Італії, середньорання, відзначається високою врожайністю, крупноплідністю та стійкістю до основних хвороб кореневої системи. Ягоди великі (середня маса 28–34 г, максимальна – до 90 г), конусоподібної форми, насичено-червоні, блискучі, з вираженим суничним ароматом. Смак солодкий з легкою кислинкою, дегустаційна оцінка – 4,6–5,0 балів. Кущі потужні, з великою листовою масою, середньою кількістю вусів. Урожайність – 1–1,2 кг з куща, до 28–32 т/га у відкритому ґрунті, у теплиці – до 35 т/га. Сорт добре переносить транспортування, має середню морозостійкість (до –15...–17°C), потребує укриття на зиму. Сорт стійкий до вертицильозу, плямистостей, гнилі сердечка, сприйнятливий до хлорозу, антракнозу, борошнистої роси.



сорт Азія



сорт Клері



сорт Румба

Рис. 3.1. Сорти суниці садової в досліді.

Суниця сорту Румба – ранній сорт голландської селекції, придатний для вирощування у відкритому ґрунті, теплицях та на гідропонії. Ягоди великі (25–30 г, при першому зборі – до 40 г), округло-конічної форми, темно-червоні, блискучі, з щільною, соковитою м'якоттю. Смак солодкий з

легкою кислінкою, аромат насичений. Кущі потужні, з великою зеленою масою. Урожайність – 350–400 г з куща, при інтенсивному догляді – до 1–1,5 кг, у теплиці – до 12 т/га. Сорт стійкий до борошнистої роси, гниття, фітофторозу, антрактозу, дощових пошкоджень, але потребує захисту від сірої гнилі. Вибагливий до родючості ґрунту та регулярного підживлення.

Суниця сорту Клері – ранній італійський сорт, відзначається високою врожайністю (до 1,2–2,0 кг з куща, 29 т/га у промислових насадженнях), крупноплідністю (25–45 г), правильним конусоподібним формуванням ягід, насиченим солодким смаком та високою транспортабельністю. Кущі компактні, кулясті, середньооблистяні, висотою до 30 см. Сорт самоплідний, добре адаптується до тепличних умов, але має низьку морозостійкість (до –10...–15°C без снігу, до –29°C під снігом), у відкритому ґрунті потребує укриття. Стійкий до грибкових хвороб, але чутливий до високого вмісту азоту.

3.2. Особливості росту і розвитку рослин суниці садової у гідропонній культурі

Морфометричні показники суниці (*Fragaria* × *ananassa*) за вирощування в умовах гідропонної культури – це кількісні характеристики росту й розвитку рослин, які широко використовують у науковій і виробничій оцінці технологій. У гідропонних умовах зазвичай формується більша листкова поверхня порівняно з ґрунтовою культурою. Тому досліджують листковий апарат рослин: кількість листків на рослині, шт.; довжина листка, см; ширина листка, см; площа листкової поверхні, см²; довжина черешка листка, см.

У промисловій гідропоніці часто обмежують утворення вусів для підвищення продуктивності. Гідропоніка сприяє формуванню добре розгалуженої, але компактної кореневої системи, яку вимірюють за такими

показниками: довжина головних коренів, см, загальна маса кореневої системи.

Для дослідження генеративних органів вимірюють кількість квітконосів на рослині, шт., довжина квітконоса, см, кількість квіток на квітконосі, шт., кількість плодів з рослини, шт., середню масу плоду, г, довжину та діаметр плоду, мм.

У таблиці 3.1 наведено морфометричні показники трьох сортів суниці – Азія, Клері та Румба – вирощених у гідропонній системі з використанням двох типів живильних розчинів: Hydroponics Kit та макро- і мікроелементного комплексу.

В наших дослідженнях вимірювалися чотири ключові морфометричні показники: висота рослин, кількість квітконосів на кущі, кількість квіток на квітконосі та кількість зав'язей.

Середні значення по кожному сорту свідчать про перевагу сорту Азія, який демонструє найвищі показники вегетативного та генеративного розвитку. Середня висота рослин в досліді становила 24,14 см, кількість квітконосів – 4,63 шт./кущ, квіток на квітконосі – 19,68, а зав'язей – 13,89 шт./кущ. Це свідчить про високу адаптивність сорту до технології гідропоніки та ефективне засвоєння елементів живлення.



Рис. 3.2. Рослини суниці садової в гідропонній системі (фото авторів).

Сорт Клері характеризується стабільними генеративними показниками, зокрема високою кількістю квітконосів (4,85 шт./кущ), але поступається Азії за кількістю зав'язей (9,69 шт./кущ), що може свідчити про меншу ефективність конверсії квіток у плоди. Середня висота рослин становить 22,47 см.

Сорт Румба мав найнижчі морфометричні показники серед досліджуваних: висота рослин – 20,76 см, кількість квітконосів – 3,92 шт./кущ, кількість квіток – 11,67 шт./кущ, кількість зав'язей – 5,87 шт./кущ. Це може бути наслідком генетичних особливостей сорту або меншої чутливості до складу живильного розчину.

Порівняння ефективності живильних розчинів показує, що Hydroponics Kit забезпечує вищі показники на всіх сортах. Наприклад, у сорту Азія кількість зав'язей зросла з 12,63 до 15,15 шт./кущ, що становить приріст понад 20%. Це свідчить про перевагу збалансованого комплексного розчину для підтримки як вегетативного, так і генеративного розвитку суниці в умовах гідропонної культури.

**Таблиця 3.1 – Морфометричні показники сортів суниці
за вирощування в умовах гідропонної культури на різних
живильних розчинах (2025 р.)**

Сорт	Живильні розчини	Висота рослин, см	Кількість квітконосів, шт./кущ	квіток на квітконосі, шт.	зав'язь, шт./кущ
Азія	Hydroponics Kit	24,32	5,05	20,30	15,15
	Макро- і мікроелементи	23,95	4,21	19,05	12,63
Клері	Hydroponics Kit	23,35	4,97	15,88	9,94
	Макро- і мікроелементи	22,25	4,72	14,18	9,44
Румба	Hydroponics Kit	21,41	4,01	12,04	6,01
	Макро- і мікроелементи	20,10	3,82	11,28	5,73

У таблиці 3.2 наведено дані щодо продуктивності сортів суниці Азія, Клері та Румба, вирощених у гідропонній системі з використанням двох типів живильних розчинів. Оцінювали середню кількість ягід на кущ, середню масу ягоди, урожайність у перерахунку на квадратний метр та відсоток виходу стандартної продукції.

Сорт Азія продемонстрував найвищі показники серед усіх досліджуваних варіантів (рис. 3.3). Середня кількість ягід на кущ становила 13,85 шт., середня маса ягоди – 18,2 г, урожайність – 1,95 кг/м², вихід стандартної продукції – 81,5%. Це свідчить про високу генеративну активність та добру товарну якість плодів.



Рис. 3.3. Ягода суниці сорту Азія, вирощена на гідропонії (фото авторів).

Сорт Клері показав середні результати, які поступаються Азії, але перевищують показники Румби. Середня кількість ягід на кущ становила 9,65 шт., маса ягоди – 16,7 г, урожайність – 1,25 кг/м², вихід стандартної продукції – 74,5%. Це свідчить про помірну продуктивність та нижчу однорідність плодів порівняно з Азією.

Порівняння двох сортів – Азії та Клері – демонструє чіткий контраст між високою продуктивністю та середньою продуктивністю. Азія забезпечує майже на 50% більше ягід та значно вищу урожайність, тоді як Клері

характеризується стабільністю, але меншою ефективністю конверсії квіток у плоди.

Таблиця 3.2 – Продуктивність суниці та її компоненти за вирощування в умовах гідропонної культури (2025 р.)

Сорт	Живильні розчини	Середня кількість ягід, шт./кущ	Середня вага ягоди, г	Урожайність, кг/м ²	Вихід стандартної продукції, %
Азія	Hydroponics Kit	15,1	18,8	2,2	86
	Макро- і мікроелементи	12,6	17,6	1,7	77
Клері	Hydroponics Kit	9,9	17,3	1,3	76
	Макро- і мікроелементи	9,4	16,1	1,2	73
Румба	Hydroponics Kit	6,0	15,9	1,1	87
	Макро- і мікроелементи	5,7	14,8	0,6	76

Hydroponics Kit забезпечив вищі показники у всіх сортах. Для Азії урожайність зросла з 1,7 до 2,2 кг/м², а вихід стандартної продукції – з 77% до 86%. Для Клері урожайність піднялася з 1,2 до 1,3 кг/м², а вихід стандартної продукції – з 73% до 76%. Це підтверджує перевагу комплексного збалансованого розчину для стимуляції як кількісних, так і якісних параметрів плодоношення.

3.3 Економічна ефективність вирощування садової суниці гідропонним методом

У наших досліджах економічну ефективність встановлювали визначаючи такі показники: врожайність, вихід продукції на одиницю затраченої праці, її собівартість прибуток з одиниці площі та рівень рентабельності.

У таблиці 3.3 представлено економічну оцінку вирощування трьох сортів садової суниці – Азія, Клері та Румба – в умовах гідропонної культури з використанням двох типів живильних розчинів: Hydroponics Kit та макро- і

мікроелементного комплексу. Аналіз охоплює вихід товарних ягід з площі 10 м², виробничі витрати, виручку від реалізації, чистий прибуток та рівень рентабельності.

Найвищу економічну ефективність продемонстрував сорт Азія при використанні розчину Hydroponics Kit: вихід товарної продукції становив 22 кг/10м², виручка – 5500 грн, прибуток – 4732 грн, а рентабельність – 86%. Це свідчить про високу продуктивність сорту та оптимальне співвідношення витрат і доходів.

Сорт Клері забезпечив 13 кг товарних ягід, що дало 3250 грн виручки та 2482 грн прибутку, з рентабельністю 76%. Хоча ці показники нижчі, Клері демонструє стабільність і економічну доцільність вирощування. Сорт Румба має найнижчі показники, особливо при використанні макро- і мікроелементного розчину, де вихід товарної продукції становив лише 6 кг, прибуток – 647 грн, а рентабельність – 43%, що свідчить про низьку економічну ефективність.

Таблиця 3.3 – Обрахунок економічної ефективності вирощування сортів садової суниці гідропонним методом

Сорт	Живильні розчини	Вихід товарних ягід кг/10м ²	Витрати, грн.	Виручка, грн.	Прибуток, грн.	Рівень рентабельності, %
Азія	Hydroponics Kit	22,0	768,0	5500,0	4732,0	86,0
	Макро- і мікроелементи	17,0	853,0	4250,0	3397,0	79,0
Клері	Hydroponics Kit	13,0	768,0	3250,0	2482,0	76,0
	Макро- і мікроелементи	12,0	853,0	3000,0	2147,0	72,0
Румба	Hydroponics Kit	11,0	768,0	2750,0	1982,0	72,0
	Макро- і мікроелементи	6,0	853,0	150,0	647,0	43,0

До складу виробничих витрат входять ключові елементи гідропонної технології: добрива (макро- і мікроелементи або готові комплекси), горщики або контейнери для посадки, субстрат для фіксації кореневої системи (наприклад, кокосове волокно, перліт, агропінопласт), а також вимірювальні прилади – рН-метри, електропровідності, термометри, таймери та системи контролю мікроклімату. Ці компоненти забезпечують точне управління середовищем вирощування та стабільність продуктивності.

Загалом, використання Hydroponics Kit забезпечує вищу врожайність і прибутковість у всіх сортах, що підтверджує доцільність застосування комплексного збалансованого живильного середовища в умовах гідропонного вирощування. За даними інших дослідників, середній рівень рентабельності для суниці у відкритому ґрунті коливається в межах 40–60%, тому показники понад 70% у гідропонній системі свідчать про її перевагу як інтенсивної технології.

3.4. Узагальнена оцінка сортів суниці садової в гідропонній культурі

Узагальнена оцінка сортів суниці, що досліджувалися, показує комплексну картину ефективності їх вирощування умовах гідропонної культури. Сорт Азія вирізняється найвищими морфометричними показниками: середня висота рослин майже 25 см, кількість квітконосів понад 4,6 на кущ, квіток близько 20, а зав'язей майже 14. Це забезпечує йому найкращі продуктивні характеристики: середня кількість ягід на кущ становить понад 13, маса ягоди сягає 18 г, урожайність майже 2 кг/м², а вихід стандартної продукції перевищує 80%. Економічно цей сорт також є найвигіднішим: при використанні Hydroponics Kit вихід товарних ягід становить 22 кг з 10 м², прибуток сягає понад 4700 грн, а рівень рентабельності – 86%, що значно перевищує середні показники для вирощування у відкритому ґрунті.

Сорт Клері демонструє середні результати. Його морфометричні показники дещо нижчі: висота близько 22 см, квітконосів майже 5, квіток – 15, зав'язей – близько 10. Це відображається на продуктивності: кількість ягід на кущ становить близько 9, маса – 16–17 г, урожайність – 1,25 кг/м², вихід стандартної продукції – 74–75%. Економічна ефективність Клері нижча, ніж у Азії, але все ж стабільна: урожайність при Hydroponics Kit становить 13 кг з 10 м², прибуток – понад 2400 грн, а рентабельність – 76%. Таким чином, Клері займає проміжне положення між високопродуктивною Азією та низькопродуктивною Румбою, забезпечуючи прийнятний баланс між витратами та доходами.

Сорт Румба має найнижчі морфометричні та продуктивні показники: висота рослин близько 21 см, квітконосів менше 4, квіток – близько 12, зав'язей – лише 6. Це призводить до невисокої продуктивності: кількість ягід на кущ становить близько 6, маса – 15 г, урожайність – менше 1 кг/м². Водночас вихід стандартної продукції залишається високим — понад 80%, що свідчить про стабільну якість плодів. Економічні результати Румби значно поступаються іншим сортам: урожайність при Hydroponics Kit становить 11 кг з 10 м², прибуток м близько 2000 грн, а рентабельність – 72%. При використанні макро- і мікроелементного розчину показники ще нижчі, рентабельність падає до 43%, що робить цей сорт економічно менш доцільним для інтенсивного вирощування.

Загалом, аналіз підтверджує, що сорт Азія є найбільш перспективним для гідропонної культури завдяки високим морфометричним показникам, продуктивності та економічній вигоді. Клері займає середню позицію, забезпечуючи стабільність і помірну ефективність, тоді як Румба демонструє якісні плоди, але має низьку врожайність і рентабельність. Використання Hydroponics Kit у всіх випадках забезпечує кращі результати порівняно з макро- і мікроелементним розчином, що підтверджує його перевагу як збалансованого живильного середовища для інтенсивного вирощування суниці.

РОЗДІЛ 4

ГІДРОПОННА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИН РОДІВ *SPATHIPHYLLUM*, *TRADESCANTIA*

4.1. Характеристика родів *Spathiphyllum*, *Tradescantia* у гідропонній культурі

Spathiphyllum wallisii – компактна багаторічна рослина (до 40 см заввишки), з великими темно-зеленими листками та білими покривальними квітками (до 10 см), цвіте з березня-квітня по жовтень-листопад. Відзначається невибагливістю, високою декоративністю, тривалим цвітінням, очищує повітря від шкідливих речовин. Оптимальна температура вирощування – 20–25°C, вологість – 60–75%. Потребує яскравого розсіяного світла, регулярного поливу, підживлення мінеральними добривами кожні 10–14 днів у період росту. Сорт Волліса цінується за компактність, рясне цвітіння, крупну листову масу.

Tradescantia zebrina – вічнозелена трав'яниста рослина з повзучими або звисаючими пагонами до 1,5–2 м, листя овально-продовгове, з характерними сріблясто-зеленими та фіолетовими смугами. Висота рослини – 15–22 см, діаметр крони – 30–60 см. Квітки дрібні, фіолетові або рожеві, з'являються влітку. Рослина швидко росте, добре переносить обрізку, невибаглива до умов, але потребує регулярного поливу та високої вологості. Декоративність визначається яскравістю забарвлення листя, густотою крони, тривалістю збереження декоративних якостей.

Tradescantia sillamontana (Силамонтана) – компактна рослина з м'ясистими, опушеними сріблясто-зеленими листками, висотою до 30 см, з повзучими пагонами. Відзначається високою стійкістю до посухи, добре росте у напівтіні, декоративна завдяки густому опушенню та компактній формі.

Tradescantia myrtifolia (прирічна миртолиста) – низькоросла рослина з дрібними, ланцетними, темно-зеленими листками, утворює щільний килим,

використовується як ґрунтопокровна культура. Відзначається швидким ростом, невибагливістю, декоративністю протягом усього року.



Spathiphyllum wallisii



Tradescantia zebrina



Tradescantia myrtifolia



Tradescantia sillamontana

Рис. 4.1. Спатіфіллум і сорти традесканції в досліді.

Таблиця 4.1 – Оцінка декоративних якостей дослідних таксонів *Spathiphyllum*, *Tradescantia*.

Назва таксону	Забарвлення	Форма	Розмір	Кількість квіток	Тривалість цвітіння	Загальний стан	Сума балів
Спатіфіллум Волліса	9	8	8	7	8	9	49
Традесканція Зебрина	8	8	8	6	6	8	44
Традесканція Силамонтана	7	7	7	6	7	8	42
Традесканція миртолиста	8	7	7	6	7	8	43

За підсумками оцінки декоративності Спатіфіллум Волліса має найвищу декоративність завдяки яскравому забарвленню листя, рясному цвітінню, тривалому збереженню декоративних якостей. Традесканція Зебрина відзначається яскравим забарвленням листя, швидким ростом, але меншою кількістю квіток. Традесканція Силамонтана та миртолиста мають стабільну декоративність, добре зберігають форму стебла, але менш яскраві за забарвленням.

4.2. Особливості росту і розвитку рослин *Spathiphyllum* і *Tradescantia* у гідропонній культурі

Декоративні рослини закритого ґрунту з родів *Spathiphyllum* і *Tradescantia* часто вирощується як у класичних горщиках із ґрунтом, так і в гідропонних системах. Однак наукові дані про пряме порівняння її ростових показників у цих двох середовищах є нечисленими.

Гідропоніка, як метод, який забезпечує повний контроль над поживними елементами і мікрокліматом кореневої зони, теоретично має покращувати ріст рослин і зменшувати використання ресурсів (води, площі) порівняно з традиційними методами.

У ході дослідження було проаналізовано приріст чотирьох таксонів декоративних рослин: спатіфіллуму Волліса, традесканції Зебрина, традесканції Силамонтана та традесканції миртолистої. Всі рослини вирощувались у гідропонних умовах із використанням універсального живильного розчину, адаптованого до фаз розвитку (склад розчину та умови культивування описано у розділі 2).

Ріст рослин в гідропонній культурі порівнювали із ростом рослин в умовах традиційного вирощування у горщиках із ґрунтом.

За період спостереження зафіксовано послідовні прирости кореневої та вегетативної маси досліджуваних рослин й появу квітконосів.

В гідропонній системі спатіфіллум Волліса продемонстрував середній загальний приріст – 6,7 см (33,3%), що свідчить про високу адаптивність до

водного живлення, активне формування квітконосів та стабільний розвиток листяної маси (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1 – Динаміка росту рослин *Spathiphyllum*, *Tradescantia* в умовах гідропонної культури (2025 р.)

Назва таксону	Дата						
	26.04 (середній розмір саджанця)	21.05	05.06	12.07	30.08	08.09	Загальний приріст, см/%
Спатіфіллум Волліса	20,1	1,2	1,0	1,5	1,8	1,2	6,7/33,3
Традесканція Зебрина	12,4	1,0	1,8	1,6	1,4	1,1	6,9/55,6
Традесканція Силамонтана	17,5	1,4	1,2	1,2	1,3	0,8	5,9/33,7
Традесканція миртолиста	12,8	1,3	1,1	1,7	1,5	1,0	6,6/51,0

Традесканція миртолиста показала 6,6 см (51,0%) приросту, що вказує на добру реакцію на гідропоніку, з активним утворенням повітряних коренів і пагонів. Традесканція Зебрина досягла 6,9 см (55,6%) приросту, демонструючи поступове наростання стебел і кореневої системи, а також появу квітконосів у літній період.

Найменший приріст зафіксовано у Традесканції Силамонтана – 5,9 см (33,7%), що може бути пов'язано з чутливістю до освітлення, слабким генеративним розвитком та меншою пластичністю до умов гідропоніки.

Загалом, усі рослини розпочали активний ріст із травня, після адаптації до живильного розчину. Пікові прирости спостерігались у червні–серпні, що збігається з фазами «пізня вегетація» та «цвітіння» у схемі добрив. Різниця в приростах між таксонами свідчить про не однакову реакцію на однакове

живлення, що відкриває перспективу для диференційованого підходу до добрив у змішаних посадках (рис. 4.1).



Рис. 4.2. Вирощування рослини спатіфіллуму і традесканції в гідропонній системі (фото автора).

Вирощування традесканції і спатіфілума традиційним способом у горщечковій культурі також показало хороші результати приросту саджанців (табл. 4.2).

У рослин спатіфіллуму Волліса середній приріст становить 6,2 см (30,2%). Рослини традесканції Зебрини в середньому зросли на 6,2 см (50,0%), у традесканції миртолистої цей показник також склав 50,0% або 6,4 см. У традесканції Силамонтана приріст – 6,5 см (41,9%).

Таблиця 4.2 – Динаміка росту рослин *Spathiphyllum*, *Tradescantia* в умовах горщечкової культури (2025 р.)

Назва таксону	Дата						
	26.04 (середній розмір саджанця)	21.05	05.06	12.07	30.08	08.09	Загальний приріст, см/%
Спатіфіллум Волліса	20,1	1,0	1,0	1,7	1,7	1,0	6,2/30,2
Традесканція Зебрина	12,4	1,0	1,1	1,6	1,5	1,0	6,2/50,0
Традесканція Силамонтана	15,5	1,3	1,3	1,5	1,6	1,0	6,5/41,9
Традесканція миртолиста	12,8	1,0	1,2	1,7	1,9	1,1	6,4/50,0

Тобто за гідропонної технології приріст рослин досліджених таксонів був дещо вищим (на 3-6%).

Таким чином, гідропонна система сприяє кращому росту спатіфіллуму і традесканції. Отримані результати узгоджуються з загальними тенденціями, які спостерігаються в гідропонному вирощуванні рослин – гідропоніка дозволяє оптимізувати живлення рослини, забезпечуючи у розчині всі необхідні елементи, доступні у потрібних концентраціях. За допомогою контролю рН та концентрації поживних речовин оптимізується процес поглинання елементів коріневою системою. Крім того, у такому середовищі коренева система зазвичай краще аерується, що стимулює розвиток біомаси.

Недоліки гідропоніки включають необхідність регулярного контролю параметрів живильного розчину, рН та електропровідності, а також витрати на обладнання, які можуть бути вище, ніж традиційні горщики. У той самий час вирощування у ґрунті є простішим, менш технологічно залежним методом.

Метод гідропоніки може бути корисним для тих, хто прагне максимізувати декоративні параметри рослин або продуктивність у контрольованих умовах.

ВИСНОВКИ

Гідропоніка є екологічно безпечною, ресурсозберігаючою технологією вирощування культурних рослин, в тому числі ягідних і декоративних культур.

Нині в гідропоніці застосовують шість основних типів гідропонних систем – активні, де поживний розчин активно подається до рослин за допомогою насоса (Nutrient Film Technique, Deep Water Culture, Flood and Drain, аеропоніка) та пасивні, де використовується капілярний ефект або занурення (Drip System, Wick System). Вибір конкретного типу системи залежить від культури, бюджету та наявної площі.

Отримані результати досліджень гідропонного вирощування трьох сортів суниці свідчать про перевагу сорту Азія, що демонструє найвищі показники вегетативного та генеративного розвитку. Середня висота рослин в досліді становила 24,14 см, кількість квітконосів – 4,63 шт./кущ, квіток на квітконосі – 19,68, а зав'язей – 13,89 шт./кущ. Це свідчить про високу адаптивність сорту до технології гідропоніки та ефективне засвоєння елементів живлення.

Використання поживного розчину з комплексом Hydroponics Kit забезпечує кращі показники росту і вищу врожайність у досліджуваних сортів, порівняно із середовищем, яке містить макро-і мікроелементи.

Розрахунок економічної ефективності вирощування суниці в гідропонній культурі показав високий рівень рентабельності технології в межах 43–86%, що свідчить про її перевагу як інтенсивної технології.

В гідропонній системі рослини спатіфіллуму Волліса продемонстрували середній загальний приріст у 33,3%, що свідчить про високу адаптивність до водного живлення, активне формування квітконосів та стабільний розвиток листяної маси.

У різних таксонів традесканції рослини в середньому зросли на 33,7-55,6% з активним утворенням повітряних коренів і пагонів, що також вказує на добру реакцію на гідропоніку.

У порівнянні із традиційною горщечковою культурою за гідропонної технології приріст досліджених рослин спатифіллуму і традесканції був дещо вищим (на 3-6%). Метод гідропоніки для вирощування декоративних рослин може бути рекомендованим для забезпечення контрольованих умов вирощування декоративних рослин, максимізації їх декоративних параметрів та економії площі в умовах закритого ґрунту.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бедриковська Н.П. Гідропоніка кімнатних квітів. Київ Наукова думка. 1971. 60 с.
2. Богданова В.Д., Слєпцов Ю.В., Якубенко Б.Є. Квітникарство закритого ґрунту. Видавництво Кондор, 2025. 186 с.
3. Вербицький Д. Стратегічна важливість інноваційно-інвестиційних рішень для аграрного відновлення регіонів: (органічне виробництво та гідропоніка) Грааль науки, вересень 2025. С. 64-76. DOI:10.36074/grail-of-science.19.09.2025.007
4. Гіль Л.С., Пашковський А.І., Суліма Л.Т. Сучасне овочівництво в приміщенні та на відкритому повітрі. Практичний посібник. Житомир: Рута, 2012. 468 с.
5. Гідропоніка. Досвід різних країн. Електронний ресурс. URL: <https://agrostory.com/uk/info-centr/agronomist/gidroponika-opyt-raznykh-stran-2/>
6. Гідропонна установка для вирощування рослин. Електронний ресурс. URL: https://greenchief.com.ua/ru/gidroponnaya-ustanovka-avtopoliva-dlya-vyrashchivaniya-rasteniy-zelenyyshef.-sdelay-sam-na-5-polok/?gclid=CjwKCAiAhKycBhAQEiwAgf19eiXz5pdRQoW5IrhIWPn9Sxvw18S7BKWfxhTPyzJNVlEqnjLJBk2qXR0C4GcQAvD_BwE
7. Гідропоніка для полуниці – урожай без грядок. Електронний ресурс. URL: https://gradinamax.com.ua/ua/articles/gidroponika-dlya-polunici-urojay-bez-gryadok?srsltid=AfmBOooQP7P7szi3trKe-ZCvZ6cloGi_jtSom5diUWGHxoSfJUcEpAvq
8. Гідропонна установка своїми руками. Електронний ресурс. URL: <https://valest.com.ua/gidroponna-ustanovka-svoimirukami-jak-zrobiti/>
9. Гіль Л.С., Пашковський А.І., Суліма Л.Т. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту : навчальний посібник. Ч.1. Закритий ґрунт. Вид-во:Нова книга. 354 с.
10. Говард М. Реш. Hydroponic Food Production: A Definitive Guidebook for the Advanced Home Gardener and the Commercial Hydroponic Grower.

Taylor & Francis, 2022. 606 с.

11. Господаренко Г. М. Г 722 Агрохімія: підручник. К.: Аграрна освіта, 2013. 406 с.

12. Декоративні рослини закритого ґрунту : конспект лекцій Н.В. Михайлович. К.:Видавничий центр НУБіП, 2015. 156 с.
Історія гідропоніки. Електронний ресурс. URL:
<https://ua.waykun.com/articles/istorija-gidroponiki-gidroponikaetc.php>

13. Добрива для гідропоніки. Електронний ресурс. URL:
<https://hydroponics.in.ua/ua/udobreniya-i-dobavki/>

14. Ковальов М.М., Васильковська К.В., Мороз С.М. Вирощування троянд в умовах гідропонних плівкових теплиць. Водні біоресурси та аквакультура, 2(12) . 2022. С. 44-56.

15. Литвиненко, Р. В., Міхеєнко В. М. Перспективи використання гідропоніки в Україні для вирощування салатів та овочів // Матеріали XXII Міжнародної науково-практичної конференції «Екологія. Людина. Суспільство» (20-21 травня 2021 р., Київ, Україна). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. С. 58-63.

16. Лядська І.В., Цирюлик О.І., Пашенко Н.О.. Реалізація генетично обумовленої продуктивності суниці в умовах закритого ґрунту. Аграрні інновації, 2024. № 24. С. 196-200.

17. Мацкевич В. В. Фізіологія та біотехнологія рослин: підручник / В. В. Мацкевич, Л. М. Філіпова, О. Г. Олешко. Біла Церква : БНАУ, 2022. 427 с.

18. Мацкевич В.В. Екологічна патофізіологія рослин: навчальний посібник. / В. В. Мацкевич, Л. М. Філіпова, О. Г. Олешко. Біла Церква: БНАУ, 2024. 142 с.

19. Субстратні та гідропонні системи. Електронний ресурс. URL:
<https://www.yara.ua/crop-nutrition/soft-fruits/soft-fruitskey-facts/substrate-and-hydroponic/>

20. Скляр В. Г. Екологічна фізіологія рослин [Електронний ресурс] / В. Г. Скляр, Ю. А. Злобін / за ред. Ю. Л. Злобіна. Суми : Університетська книга,

2015. 271 с.

21. Слепцов Ю. Гідропоніка : навчальний посібник. К. Урожай, 2006.

22. Alejandro Isabel Luna Maldonado, Julia Mariana Márquez Reyes, Héctor Flores Breceda, Humberto Rodríguez Fuentes, Juan Antonio Vidales Contreras and Urbano Luna Maldonado. Automation and Robotics Used in Hydroponic System. Urban Horticulture. Necessity of the Future. <https://www.intechopen.com/chapters/70662>

23. Automation and Robotics Used in Hydroponic System. Електронний ресурс. URL: <https://www.intechopen.com/chapters/70662>

24. Ajinkya Ajay Telgote, and Saket Mishra. 2024. “Production of Strawberry (*Fragaria* × *Ananassa*) Cultivars in Nutrient Film Technique (NFT) System of Hydroponics”. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology* 27 (8):514–523. <https://doi.org/10.9734/jabb/2024/v27i81164>.

25. Antunes, L. E. C., Ristow, N. C., Krolo w, A. C. R., Carpenedo, S., & Reisser Júnior, C. (2010). Yield and quality of strawberry cultivars. *Horticultura Brasileira*, 28(2): 222-226. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362010000200015>

26. Bhavesh A. Dodiya, Dilip R. Vahoniya, Alvira Rajwadi, and Bhautik Bagda. 2025. “Hydroponics: A Sustainable Way of Farming”. *Journal of Scientific Research and Reports* 31 (7):312–321. <https://doi.org/10.9734/jsrr/2025/v31i73249>.

27. Effects of Hydroponic Solution EC, Substrates, PPF and Nutrient Scheduling on Growth and Photosynthetic Competence During Acclimatization of Micropropagated *Spathiphyllum* plantlets. Електронний ресурс. URL: https://www.researchgate.net/figure/Growth-characteristics-of-Spathiphyllum-as-affected-by-EC-of-the-nutrient-solution-4_tbl3_215456556

28. Ramírez-Gómez, H., Sandoval-Villa, M., Carrillo-Salazar, A. and Muratalla-Lúa, A. (2012). COMPARISON OF HYDROPONIC SYSTEMS IN THE STRAWBERRY PRODUCTION. *Acta Hortic.* 947, 165-172 DOI: 10.17660/ActaHortic.2012.947.20 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.947.20>

29. Shilpa Rana, and V. M. Prasad. 2022. “Effects of Different Treatments Combination under Hydroponics and Pot Cultivation Condition in Climatic Zones of Prayagraj for Better Growth and Yield of Strawberry (*Fragaria Ananassa*) Cv. Chandler”. *International Journal of Plant & Soil Science* 34 (23):1443–1450. <https://doi.org/10.9734/ijpss/2022/v34i232561>.
30. Son, J. E., Kim, H. J., Ahn, T. I. *Hydroponic Systems // Plant Factory*. Academic Press, 2020. pp. 273–283. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816691-8.00020-0>
31. Thuy, L. T. ., Oanh , N. T. ., & Thao , N. P. . (2024). Study on Parameters Related to Growth, Yield, and Quality of Strawberry Plants (*Fragaria vesca* L.) Grown Hydroponically and in Soil. *Basrah Journal of Agricultural Sciences*, 37(2), 296–309. <https://doi.org/10.37077/25200860.2024.37.2.23>
32. Zhaksylykkelini , U. (2025). Everything Can Be Grown at Home Using the Hydroponics Method. *Eurasian Science Review An International Peer-Reviewed Multidisciplinary Journal*, 1(3), 2574–2586. <https://doi.org/10.63034/esr-450>