

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна  
Навчально-науковий інститут екології  
Кафедра екологічного моніторингу та заповідної справи

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавра

на тему

### ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА УМОВ ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИННОЇ ПРОДУКЦІЇ У ТЕПЛИЧНИХ ГОСПОДАРСТВАХ

Виконала: студентка 4 курсу, групи ДЕ-41  
спеціальності : 101 «Екологія»

Пі автора \_\_\_\_\_ /Дар'я ПАНКОВА  
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник \_\_\_\_\_ /доц. Іветта КРИВИЦЬКА  
(підпис) (ім'я та прізвище)

Рецензент \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
(підпис) (ім'я та прізвище)

*«До захисту допущено»*

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ /проф. Алла НЕКОС  
(підпис) (ім'я та прізвище)

Нормоконтроль \_\_\_\_\_ /Марина Щокина  
(підпис) (ім'я та прізвище)

Секретар ЕК \_\_\_\_\_ / Світлана БУРЧЕНКО  
(підпис) (ім'я та прізвище)

Харків – 2024 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені В. Н. КАРАЗІНА

Навчально-науковий інститут екології  
Кафедра екологічної безпеки та екологічної освіти  
Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) бакалавр  
Спеціальність 101 Екологія

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ / проф. Алла НЕКОС  
підпис ім'я та прізвище

“5” травня 2023 року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЕКТ)**

\_\_\_\_\_ Дар'ї Панковій \_\_\_\_\_

(ім'я та прізвище)

1. Тема роботи Екологічна оцінка умов вирощування рослинної продукції у тепличних господарствах

керівник роботи Іветта КРИВИЦЬКА, кандидат біологічних наук, доцент  
(ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від “10” квітня 2024 року № 4301-5/790

2. Строк подання студентом роботи 1 травня 2024 р.

3. Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Опрацювати літературу щодо екологічної оцінка умов вирощування рослинної продукції у тепличних господарствах.
2. Надати характеристику та визначити різні типи покриття теплиць та їх вплив на формування якості рослинної продукції.
3. Визначити вплив різних типів покриття на температуру повітря та субстрату.

## 4. План роботи

№ з/п	Назви етапів роботи
1	Опрацювання літературних щодо екологічної оцінка умов вирощування рослинної продукції у тепличних господарствах
2	Надання характеристики та визначення різних типів покриття теплиць та їх вплив на формування якості рослинної продукції.
3	Визначення впливу різних типів покриття на температуру повітря та субстрату
4	Висновки після опрацювання дослідження

5. Дата видачі завдання 05.06.2023 р.

Студент

\_\_\_\_\_

підпис

Дар'я ПАНКОВА

ім'я і прізвище

Керівник роботи

\_\_\_\_\_

підпис

доц. Іветта КРИВИЦЬКА

посада, ім'я і прізвище

АННОТАЦІЯ

**ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА УМОВ ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИННОЇ  
ПРОДУКЦІЇ У ТЕПЛИЧНИХ ГОСПОДАРСТВАХ**

**Дар'я ПАНКОВА**

Кваліфікаційна робота «Екологічна оцінка умов вирощування рослинної продукції у тепличних господарствах» містить 35 сторінки, 3 розділи, 7 рисунків, 3 таблиці та 26 використаних джерел.

Активне розширення тепличного вирощування рослинної продукції є одним з перспективних напрямів сільського господарства. Застосування сучасних методів вирощування у теплицях дозволяє досягти високої продуктивності, забезпечити захист врожаю від негативного впливу навколишнього середовища та досягнути стійкого розвитку аграрного сектору.

*Мета дослідження:* Визначення та аналіз сучасних методів вирощування рослинної продукції у різних типах теплиць з метою забезпечення ефективності та стійкого розвитку сільського господарства.

*Об'єкт дослідження:* Тепличні господарства

*Предмет дослідження:* оцінка умов вирощування рослинної продукції у тепличних господарствах

*Методи дослідження:* Літературний аналіз, Експериментальні дослідження, Аналіз даних.

*Результати:*

Досліджено, що пластикове покриття проявило найбільше коливання температури повітря, полікарбонатне покриття виявило схильність підтримувати високу температуру повітря в приміщеннях. Скло покриття мало мінімальне коливання температури повітря всередині приміщень. Встановити зв'язок між вологістю та температурою субстрату не вдалося

ТИПИ ТЕПЛИЦЬ, ПЛАСТИК, ПОЛІКАРБОНАТ, СКЛО, ТЕМПЕРАТУРА  
ПОВІТРЯ, ВОЛОГІСТЬ, СУБСТРАТ

ANNOTATION

**ECOLOGICAL ASSESSMENT OF CONDITIONS FOR GROWING  
PLANT PRODUCE IN GREENHOUSE FARMS**

Daria PANKOVA

Qualification work “Ecological assessment of conditions for growing plant produce in greenhouse farms” contains 35 pages, 3 chapters, 7 figures, 3 Table and references to 30 sources.

Active expansion of greenhouse cultivation of plant produce is one of the promising directions in agriculture. The application of modern cultivation methods in greenhouses allows achieving high productivity, ensuring crop protection from the negative impact of the environment, and achieving sustainable development of the agricultural sector.

*Research aim:* Identification and analysis of contemporary methods for cultivating plant produce in various types of greenhouses to ensure the efficiency and sustainable development of agriculture.

*Research object:* Greenhouse farming.

*Research subject:* Evaluation of the conditions for cultivating plant produce in greenhouse farming.

*Research methods:* Literary analysis, Experimental research, Data analysis.

*Results* It was found that plastic covering exhibited the highest fluctuations in air temperature, while polycarbonate covering showed a tendency to maintain high air temperature inside the premises. Glass covering had minimal fluctuations in air temperature inside the premises. Establishing a correlation between substrate moisture and temperature was not successful.

TYPES OF GREENHOUSES, PLASTIC, GLASS, AIR TEMPERATURE,  
MOISTURE, SUBSTRATE

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	7
РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВИХ ПУБЛІКАЦІЙ ПО ТЕМІ «ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА УМОВ ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИННОЇ ПРОДУКЦІЇ У ТЕПЛИЧНИХ ГОСПОДАРСТВАХ» .....	10
1.1. Огляд сучасних методів вирощування рослинної продукції у різних типах теплиць .....	10
1.2. Стан вивчення питання щодо вирощування екологічно безпечної продукції на гідропонії .....	12
1.3. Характеристика тарізни типи покриття теплиць та їх вплив на формування якості рослинної продукції .....	14
1.4 . Опис методів оцінки використання різних типів покриття теplicь на врожайність рослин при вирощуванні в екологічній гідропонії .....	16
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ОЦІНКИ УМОВ ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИННОЇ ПРОДУКЦІЇ У ТЕПЛИЧНИХ ГОСПОДАРСТВАХ .....	21
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗУ ТА ОЦІНКА УМОВ ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИННОЇ ПРОДУКЦІЇ У ТЕПЛИЧНИХ ГОСПОДАРСТВАХ .....	23
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	31
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	33

## ВСТУП

Перед початком дослідження сучасних методів вирощування рослинної продукції у різних типах теплиць, проведений аналіз наукових джерел виявив деяку недостатність інформації щодо конкретних досліджуваних технологій. Виявлення цієї недостатності свідчить про актуальність проведення огляду та заповнення пробілів у наукових джерелах, що стосуються даної теми.

В сучасному сільському господарстві, з метою забезпечення високої продуктивності та якості рослинної продукції, все більшу популярність набуває використання теплиць. Теплиці є штучно створеними спорудами, які забезпечують оптимальні умови для росту та розвитку рослин, захищаючи їх від негативного впливу погодних умов та шкідливих організмів. Однак, існує широкий спектр різних типів теплиць, і важливо розглянути сучасні методи вирощування рослинної продукції у цих різних типах теплиць. Вивчення цих методів може сприяти покращенню продуктивності, оптимізації використання ресурсів та збільшенню стійкості сільськогосподарського виробництва.

В контексті дослідження сучасних методів вирощування рослинної продукції у різних типах теплиць, проблема полягає у недостатності наукової інформації щодо конкретних технологій та методик, які застосовуються в даній галузі. Недостатність такої інформації може ускладнювати впровадження новітніх рішень та перешкоджати оптимальному використанню ресурсів у тепличному виробництві рослинної продукції.

Маючи на увазі вищевикладене, необхідно провести докладний аналіз наукових джерел, таких як книги, наукові посібники, наукові статі або наукові журнали, щоб знайти актуальну інформацію про сучасні методи вирощування рослинної продукції у різних типах теплиць і заповнити наявні прогалини в цій галузі.

*АКТУАЛЬНІСТЬ дослідження:* Активне розширення тепличного вирощування рослинної продукції є одним з перспективних напрямів сільського господарства. Застосування сучасних методів вирощування у теплицях дозволяє

досягти високої продуктивності, забезпечити захист врожаю від негативного впливу навколишнього середовища та досягнути стійкого розвитку аграрного сектору. У зв'язку зі зростанням світової населення та змінами кліматичних умов, важливо досліджувати та вдосконалювати методи вирощування рослин у теплицях, щоб забезпечити стабільний постачання продуктів харчування.

При проведенні огляду наукових джерел було виявлено, що хоча існують деякі наукові студії та практичні розробки щодо методів вирощування рослинної продукції у теплицях, проте недостатньо досліджень зосереджених саме на різних типах теплиць та їх ефективності в контексті вирощування конкретних культур. Це свідчить про потребу в подальшому дослідженні та розробці цієї проблематики.

Розвиток нових методів вирощування рослин у теплицях має потенціал для значного підвищення ефективності сільського господарства, зменшення використання хімічних речовин та забезпечення стійкого розвитку екосистем. Результати наукових досліджень у цій галузі можуть сприяти модернізації та раціоналізації виробничих процесів, удосконаленню технологій та підвищенню якості та кількості вирощеної рослинної продукції.

*Мета дослідження:* Визначення та аналіз сучасних методів вирощування рослинної продукції у різних типах теплиць з метою забезпечення ефективності та стійкого розвитку сільського господарства.

*Завдання роботи:* Зробити огляд сучасних методів вирощування рослинної продукції у різних типах теплиць. Розглянути стан вивчення питання щодо вирощування екологічно безпечної продукції у теплицях безгрунтового типу. Надати характеристику та визначити різні типи покриття теплиць та їх вплив на формування якості рослинної продукції. Описати методи оцінки використання різних типів покриття теплиць на врожайність рослин при вирощуванні в теплиці безгрунтового типу. Провести експериментальну частину. Зробити аналіз та висновки;

*Об'єкт дослідження:* Тепличні господарства

*Предмет дослідження:* оцінка умов вирощування рослинної продукції у тепличних господарствах

*Методи дослідження:* Робота включає практичні та теоретичні методи дослідження.

## РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВИХ ПУБЛІКАЦІЙ ПО ТЕМІ «ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА УМОВ ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИННОЇ ПРОДУКЦІЇ У ТЕПЛИЧНИХ ГОСПОДАРСТВАХ»

### 1.1. Огляд сучасних методів вирощування рослинної продукції у різних типах теплиць

Огляд сучасних методів вирощування рослинної продукції у різних типах теплиць є важливим завданням в галузі екології. Для досягнення цієї мети необхідно ознайомитись з різними джерелами, що містять інформацію про вирощування рослин у теплицях. Далі наведено огляд деяких сучасних методів, використовуваних у тепличному сільському господарстві.

1. Теплиці гідропонічного типу. Це один з сучасних методів вирощування рослин. Він базується на тому, що коренева система рослини знаходить не у ґрунті, а у субстраті (наприклад мінеральна вата, кокосові волокна тощо) [1].

Основні переваги теплиць такого типу заключаються у контролі середовища, можливо вручну забезпечувати точний контроль середовища вирощування, такі аспекти як температура, вологість, вентиляція. Також теплиці такого типу дають змогу максимально захистити рослину від шкідників і хвороб, які знаходилися у ґрунті. Також, через повний контроль систем живлення, можливо максимально ефективно використовувати воду та поживні речовини [2]. Також через контроль середовища та кількість поживних речовин, можна подовжити вегетаційний період [3].

Але також у цього типу теплиць є недоліки. Основні з яких це: високий рівень споживання енергії, контроль середовища вимагає високих витрат щодо енергії. Якщо у теплицях неналежним чином побудований температурний контроль, це може призвести до перегріву середовища.

2. Вертикальне вирощування: Вертикальне вирощування є інноваційним підходом до вирощування рослин, особливо в умовах обмеженого

простору. Цей метод використовує вертикальні структури, на яких рослини розміщуються у шари або модулі [4]. Це дозволяє ефективно використовувати простір, збільшувати врожайність та зменшувати споживання ресурсів.

Теплиці вертикального типу дозволяють ефективно використовувати обмежений простір, вирощуючи рослини у вертикальних рівнях [5]. Цей підхід дозволяє збільшити площу вирощування і отримати більший врожай на обмеженій території.

Основною з основних переваг теплиць вертикального вирощування є ефективне використання ресурсів, зокрема води і добрив. У таких теплицях застосовуються системи крапельного зрошення та автоматизоване контролювання рівня вологості і добрив у рослин. Це може дозволити економити воду і зменшувати втрати добрив у порівнянні з класичними методами вирощування [6].

Теплиці вертикального типу також мають позитивний вплив на екологічні показники. Вони забезпечують оптимальні умови для росту рослин, що дозволяє знизити використання пестицидів і зменшити негативний вплив на навколишнє середовище. Також, вертикальний метод дозволяє вирощувати рослини у місцях з обмеженою родючістю ґрунту, таких як міські райони або забудовані території [7].

3. Комп'ютерне керування теплицями: Сучасні теплиці все частіше використовують комп'ютерні системи керування, щоб автоматизувати та оптимізувати умови вирощування рослин. Ці системи дозволяють контролювати такі параметри, як температура, вологість, освітлення та полив. Вони забезпечують стабільні та оптимальні умови для росту рослин, що позитивно впливає на врожайність та якість продукції.

Теплиці, які використовують комп'ютерне керування, забезпечують автоматизацію процесів, що дозволяє досягти більшої точності і ефективності у вирощуванні рослин [8].

Однією з головних переваг теплиць з комп'ютерним керуванням є можливість програмування оптимальних параметрів для кожного виду рослин,

зокрема освітлення, вологості, температури та подачі рідин. Це дозволяє створювати оптимальні умови для росту та розвитку рослин, що впливає на підвищення їх врожайності та якості [9].

Крім того, використання комп'ютерного керування у теплицях сприяє економії ресурсів, таких як вода та електроенергія. Автоматизовані системи контролю і регулювання дозволяють точно дозувати необхідну кількість води та добрив, забезпечуючи оптимальне живлення рослин без зайвого витрати ресурсів [10].

Застосування теплиць з комп'ютерним керуванням також сприяє зменшенню впливу на навколишнє середовище. Контрольоване вирощування рослин дозволяє знизити використання хімічних засобів захисту рослин, так як він може бути більш точним та спрямованим. Це сприяє збереженню біорізноманіття та зниженню забруднення ґрунту та водних ресурсів [11].

## 1.2. Стан вивчення питання щодо вирощування екологічно безпечної продукції на гідропоніці

Аналіз стану вивчення питання щодо вирощування екологічно безпечної продукції на гідропоніці відіграє важливу роль у розвитку сталого сільського господарства. Гідропоніка, як метод вирощування рослин без використання ґрунту, набула значного інтересу у наукових дослідженнях останніх років

Дослідники звертають увагу на переваги гідропоніки з точки зору екологічної безпеки. Вона дозволяє уникнути використання хімічних добрив і пестицидів, оскільки рослини отримують необхідні речовини безпосередньо з розчину поживних речовин [12]. Це сприяє зниженню впливу на навколишнє середовище та забезпечує вирощування продукції з низьким вмістом шкідливих речовин.

Незважаючи на зростаючий інтерес до гідропоніки, її використання у вирощуванні екологічно безпечної продукції все ще потребує подальшого вивчення та розробки. Наприклад, важливим аспектом є вивчення впливу різних

систем гідропоніки на якість та безпеку продукції, а також на показники стійкості рослин до хвороб та шкідників [13].

Також, дослідники активно вивчають можливості використання відновлюваних джерел енергії та інтеграції гідропоніки з іншими екологічно чистими технологіями вирощування продукції [14]. Це дозволить створити комплексні системи, які поєднують в собі ефективне використання ресурсів та забезпечують вирощування екологічно безпечної продукції.

Дослідження щодо вирощування екологічно безпечної продукції на гідропоніці продовжуються, а разом з ними з'являються нові відкриття та інноваційні підходи. Наприклад, активно досліджуються можливості використання розумних систем керування теплицями, які базуються на сучасних інформаційно-комунікаційних технологіях [15]. Це дозволяє автоматизувати процеси вирощування, контролювати та оптимізувати режими вирощування рослин, а також ефективно використовувати ресурси, зменшуючи вплив на довкілля.

Одним з новітніх напрямків у галузі гідропоніки є використання систем вертикального вирощування. Цей підхід дозволяє ефективно використовувати обмежену площу та збільшувати врожайність на одиницю площі [16]. Вертикальні системи гідропоніки можуть бути реалізовані як вертикальні ферми, де рослини розміщені у вертикальних рівнях, а також як стінні модулі, де рослини вирощуються на вертикальних панелях або модулях. Це інноваційне рішення забезпечує ефективне використання простору, зберігаючи при цьому високу якість та безпеку продукції.

Одним із викликів, з яким стикаються дослідники у галузі гідропоніки, є розробка оптимальних рішень щодо джерел енергії для живлення систем. Інтеграція гідропоніки з відновлюваними джерелами енергії, такими як сонячна енергія або вітроенергетика, може знизити екологічний вплив та залежність від традиційних джерел енергії [17]. Дослідження у цій області спрямовані на забезпечення енергоефективності та сталого розвитку гідропонічних систем.

Дослідження та впровадження гідропоніки як методу вирощування екологічно безпечної продукції продовжуються, привертаючи увагу дослідників, агрономів та фермерів. Використання розумних систем керування теплицями, систем вертикального вирощування та інтеграція з відновлюваними джерелами енергії сприяють покращенню ефективності, збільшенню врожайності та зниженню негативного впливу на навколишнє середовище.

### 1.3. Характеристика тарізні типи покриття теплиць та їх вплив на формування якості рослинної продукції

Теплиці є важливим елементом сучасного сільськогосподарського виробництва, що дозволяє забезпечувати оптимальні умови для росту та розвитку рослин. Одним із ключових аспектів теплиці є її покриття, яке впливає на проникнення світла, тепла, розподіл розсіяного світла, а також має значення для теплоізоляції та збереження енергії.

На сьогоднішній день існує ряд різних типів покриття теплиць, які використовуються в залежності від конкретних вимог та потреб культур. Найпоширенішими типами покриття є поліетиленова плівка, скляні панелі, полікарбонатні листи та сітки.

1. Поліетиленова плівка є одним з найбільш доступних та економічних видів покриття. Вона характеризується високою проникністю світла та має добру теплоізоляцію. Проте, вона виявляє певну вразливість до ультрафіолетового випромінювання, що може призводити до пошкоджень та зниження тривалості її використання [18].

Поліетиленова плівка є одним з найпоширеніших типів покриття для теплиць. Вона виготовляється шляхом екструзії поліетилену і має декілька важливих характеристик, які впливають на формування якості рослинної продукції: Прозорість, теплоізоляція, герметичність, еластичність, довговічність

Вплив поліетиленової плівки на формування якості рослинної продукції

Використання поліетиленової плівки як покриття для теплиць має безпосередній вплив на формування якості рослинної продукції. Деякі з основних аспектів, які варто враховувати, включають: Світловий режим, температурний режим, управління вологою, захист від шкідників і хвороб, щільність покриття,

2. Скляні панелі забезпечують високу проникність світла та відмінну видимість, що дозволяє ефективно використовувати сонячну енергію. Вони мають високу міцність та довговічність, але важкі та більш дорогі у порівнянні з іншими типами покриття [19].

Скляні панелі є одним зі способів покриття теплиць, що надає кілька важливих характеристик, які впливають на формування якості рослинної продукції: прозорість, теплоізоляція, довговічність, захист від шкідників і хвороб, естетичний вигляд,

Вплив скляних панелей на формування якості рослинної продукції

Використання скляних панелей як покриття для теплиць може мати деякий вплив на формування якості рослинної продукції. Основні аспекти, які слід враховувати, включають: світловий режим, температурний режим, продуктивність, управління вологою, енергоефективність,

3. Полікарбонатні листи володіють високою міцністю, стійкістю до ультрафіолетового випромінювання та хорошою теплоізоляцією. Вони можуть бути прозорими або матовими, що дозволяє регулювати розсіяння світла в теплиці. Однак, вони можуть бути вразливими до пошкоджень при наявності граду та є вартіснішими у порівнянні з плівкою [20]

Полікарбонатні листи є популярним вибором для покриття теплиць, оскільки вони мають кілька характеристик, які роблять їх практичними та ефективними для вирощування рослинної продукції. Деякі з основних характеристик полікарбонату включають: міцність і стійкість, теплоізоляція, світлопроникність, легкість установки та обслуговування,

Вплив полікарбонатних листів на формування якості рослинної продукції

Використання полікарбонатних листів у покритті теплиць може мати певний вплив на формування якості рослинної продукції. Деякі аспекти, які варто враховувати: розсіяне світло, захист від ультрафіолетового (УФ) випромінювання, теплоізоляція і терморегуляція, міцність і стійкість до пошкоджень,

4. Сітки використовуються для створення тіні та захисту від шкідливих комах. Вони можуть бути виготовлені з поліетилену або поліпропілену, і характеризуються хорошою вентиляцією та проникністю повітря [21].

Сітки, як тип покриття для теплиць, використовуються з метою захисту рослин від шкідників, контролю мікроклімату та покращення провітрювання. Основні характеристики сіток включають: матеріал, розмір отворів, захист від шкідників, мікроклімат і провітрювання,

Вплив сіток на формування якості рослинної продукції

Використання сіток в якості покриття для теплиць може мати наступні впливи на формування якості рослинної продукції: захист від шкідників, контроль мікроклімату, провітрювання,

Вибір покриття теплиці залежить від конкретних умов вирощування культур, кліматичних умов регіону, фінансових можливостей та інших факторів. Дослідження та порівняльний аналіз різних типів покриття є важливим напрямком досліджень в галузі тепличного вирощування рослинної продукції.

#### 1.4 . Опис методів оцінки використання різних типів покриття теплиць на врожайність рослин при вирощуванні в екологічній гідропоніці

Для оцінки впливу різних типів покриття теплиць на врожайність рослин у екологічній гідропоніці використовуються різні методи. Основні з них включають:

1. Спостереження за рослинами: Цей метод передбачає систематичні спостереження за рослинами, вирощуваними у теплицях з різними типами

покриття. За допомогою вимірювань росту, розміру, ваги та якості рослин можна зробити висновки про вплив покриття на їх врожайність.

Один з найефективніших методів оцінки використання різних типів покриття теплиць на врожайність рослин у гідропоніці є метод спостереження за рослинами [22]. Цей метод дозволяє здійснювати систематичні спостереження за ростом, розвитком та станом рослин, що дозволяє отримати об'єктивні дані про вплив умов вирощування на їх врожайність та якість продукції.

Для проведення спостережень за рослинами у гідропоніці необхідно встановити спеціальну систему збору даних, яка включатиме такі параметри, як висота рослин, розміри листків, кількість пагонів, кількість та якість плодів, а також фізіологічні показники, наприклад, рівень фотосинтезу або зміни водного режиму рослин.

Основні етапи методу спостереження за рослинами в умовах гідропоніки включають:

- Встановлення спостережувальних площин у теплицях з рослинами, де забезпечується зручний доступ для проведення вимірювань та спостережень.
- Регулярне вимірювання та фіксація параметрів, що характеризують рослини. Це може включати вимірювання довжини стебла, діаметру стебла, площі листків, кількості та розмірів плодів тощо.
- Оцінка фізіологічних показників рослин, таких як рівень фотосинтезу, активність ферментів, зміни рівня води та поживних речовин у системі гідропоніки.
- Збір та аналіз отриманих даних для встановлення залежностей між типами покриття теплиць та якістю рослинної продукції.

Цей метод дозволяє отримати важливі дані для вирощування екологічно безпечної продукції на гідропоніці та встановлення оптимальних умов вирощування рослин.

2. Вимірювання параметрів росту: Цей метод включає вимірювання параметрів росту рослин, таких як висота, діаметр стебла, кількість листків,

кількість квітів тощо. Порівняння цих показників у різних теплицях може показати, як покриття впливає на розвиток рослин та їх врожайність.

Метод вимірювання параметрів росту рослин є важливим інструментом для оцінки розвитку та стану рослин у системі гідропоніки [23]. Цей метод дозволяє отримати об'єктивну інформацію про фізичні характеристики рослин, які впливають на їх врожайність та якість продукції.

Для проведення вимірювання параметрів росту у гідропоніці необхідно встановити систему спостереження, яка включатиме такі параметри:

- Висота рослин: Вимірюється від бази рослини до верху найвищого пагону або листка. Цей параметр вказує на зростання рослини та її потенційну врожайність.

- Діаметр стебла: Вимірюється в найтовщому місці стебла. Цей параметр свідчить про загальну життєздатність рослини та її стабільність.

- Площа листків: Вимірюється за допомогою спеціальних інструментів або обчислюється на основі вимірювань довжини та ширини листка. Цей параметр вказує на поверхню, доступну для фотосинтезу та поглинання світла.

- Кількість та якість плодів: Здійснюється вимірювання кількості плодів на рослині та їх фізичних характеристик, таких як розмір, маса та якість.

Для забезпечення надійності результатів вимірювань рекомендується повторити їх кілька разів та обчислити середнє значення. Також, важливо проводити вимірювання в однаковій фазі росту рослин.

3. Аналіз якості врожаю: Після збору врожаю з рослин, вирощених у теплицях з різними типами покриття, проводиться аналіз якості продукції. Це може включати оцінку маси, розміру, смакових якостей, поживної цінності та тривалості зберігання отриманої продукції.

Метод аналізу якості врожаю в гідропоніці є важливим етапом оцінки якості та цінності отриманої продукції [24]. Цей метод дозволяє здійснити об'єктивну оцінку фізичних, хімічних та органолептичних характеристик отриманих рослинних продуктів.

При аналізі якості врожаю у гідропоніці використовуються наступні методи:

- Фізичний аналіз: Включає вимірювання розмірів та форми плодів, їх маси, структури, текстури та стану зрілості.
- Хімічний аналіз: Дозволяє визначити вміст основних хімічних речовин у продуктах, таких як вуглеводи, білки, жири, вітаміни, мінеральні речовини та інші.
- Органолептичний аналіз: Включає оцінку смакових, ароматичних, колірних та текстурних характеристик продукції шляхом органолептичних оцінок.
- Бактеріологічний аналіз: Дозволяє виявити наявність шкідливих мікроорганізмів або забруднень у продуктах.

Важливою умовою для точних результатів аналізу є використання стандартизованих методик та обладнання. Проведення аналізу повинно відбуватися в спеціалізованих лабораторіях або за допомогою кваліфікованих фахівців.

4. Дослідження мікроклімату: Мікроклімат всередині теплиці залежить від типу покриття. Вимірювання температури, вологості, освітленості та інших параметрів мікроклімату може допомогти з'ясувати, як різні типи покриття впливають на умови росту рослин та їх врожайність.

Дослідження мікроклімату є важливим етапом при вирощуванні рослин в системах гідропоніки [25]. Цей метод дозволяє здійснити моніторинг та аналіз параметрів навколишнього середовища, що впливають на ріст та розвиток рослин.

При дослідженні мікроклімату у гідропоніці вимірюються такі параметри:

- Температура: Виконуються вимірювання температури повітря, ґрунту та рослин. Це дозволяє встановити оптимальні температурні режими для росту та розвитку рослин.

- Вологість: Вимірюється вологість повітря та ґрунту. Оптимальний рівень вологості забезпечує нормальний обмін речовин та забезпечує рослинам достатнє зволоження.

- Освітленість: Виконуються вимірювання освітленості, яка впливає на фотосинтез та ріст рослин. Дослідження проводяться з використанням спеціальних приладів, наприклад, фотометрів.

- Склад CO<sub>2</sub>: Вимірюються рівні вмісту вуглекислого газу у повітрі. Контроль складу CO<sub>2</sub> дозволяє забезпечити оптимальну концентрацію для фотосинтезу.

- Рівень рН: Виконуються вимірювання рівня кислотності ґрунту та розчинів поживних речовин. Підтримка оптимального рівня рН допомагає регулювати поглинання поживних речовин рослинами.

Метод дослідження мікроклімату дозволяє забезпечити оптимальні умови для росту та розвитку рослин у гідропонічних системах.

## РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ОЦІНКИ УМОВ ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИННОЇ ПРОДУКЦІЇ У ТЕПЛИЧНИХ ГОСПОДАРСТВАХ

Методи проведення дослідів 1: Нами було проведено дослід, у якому ми робили виміри температури всередині та ззовні теплиць. Вимірювальний пристрій знаходився на висоті 1,5. На час проведення дослідів теплиці були повністю закриті, та жодний вплив зовнішнього повітря був відсутній. Також на час дослідів у приміщенні теплиці не відбувалися жодні роботи та не було рослин. Зовнішній пристрій знаходився на висоті 1,5 метри, знаходився окремо від теплиці, фіксація відбувалася кожні 5 хвилин. Внутрішній пристрій знаходився на висоті 1,5 метри, розташовувався у середньому коридорі теплиці, фіксація температури відбувалася кожні 15 хвилин. Таких дослідів було проведено два. Перший відбувався у липні 2023 року, другий експеримент проводився у січня.

Методи проведення дослідів 2: На території підприємства вирощують культуру томатів. У якості субстрату використовується мінеральна вата. На час дослідів у теплиці відбувалося провітрювання але було повністю відсутнє опалення. Останній полив культури відбувся за три години до дослідів. Для експерименту були обрані такі типи теплиць: пластикові багатокупольні теплиці з арочними зводами, скляні багатокупольні теплиці з двоскатними зводами, полікарбонатні теплиці з двоскатними зводами. Кожен тип теплиць був поділений на три сектори, у кожному секторі було проведено по 5 проб. Тобто на кожен тип приходилося 15 проб.

Вимірювання відбувалися за допомогою пристрою «grosens reader», він складається з вимірювального зонду та з екрану, на який виводяться результати. Заміри бралися з одного ряду, перший вимір брався на відстані 10 метрів від початку, кожний наступний замір був на відстані 7 метрів від попереднього.



Рис.2.1 Прилад для вимірювання вологості та температури субстрату



Рис.2.2 Прилад для вимірювання температури повітря у теплиці

За для кращого розуміння результати були розділені на три блоки, у яких бралися проби.

## РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗУ ТА ОЦІНКА УМОВ ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИННОЇ ПРОДУКЦІЇ У ТЕПЛИЧНИХ ГОСПОДАРСТВАХ

Опис підприємства на якому проходили дослідження. загальна площа підприємства складає 6 гектарів, з яких 3 гектари це теплиці з полікарбонатним покриттям, 1,5 гектари теплиці зі скляним покриттям, та 1,5 теплиці з пластиковим покриттям. На рисунку 1.1 показаний план підприємства, де зеленим показані теплиці з полікарбонатним покриттям, блакитним – теплиці зі скляним покриттям та червоним теплиці з пластиковим покриттям.



Рис.3.1 План теплиць на території підприємства "Feduline"  
міста Casseneuil (Франція)

Експеримент 1. Дослідження температурного режиму у теплицях в липні 2023 та січні 2024.

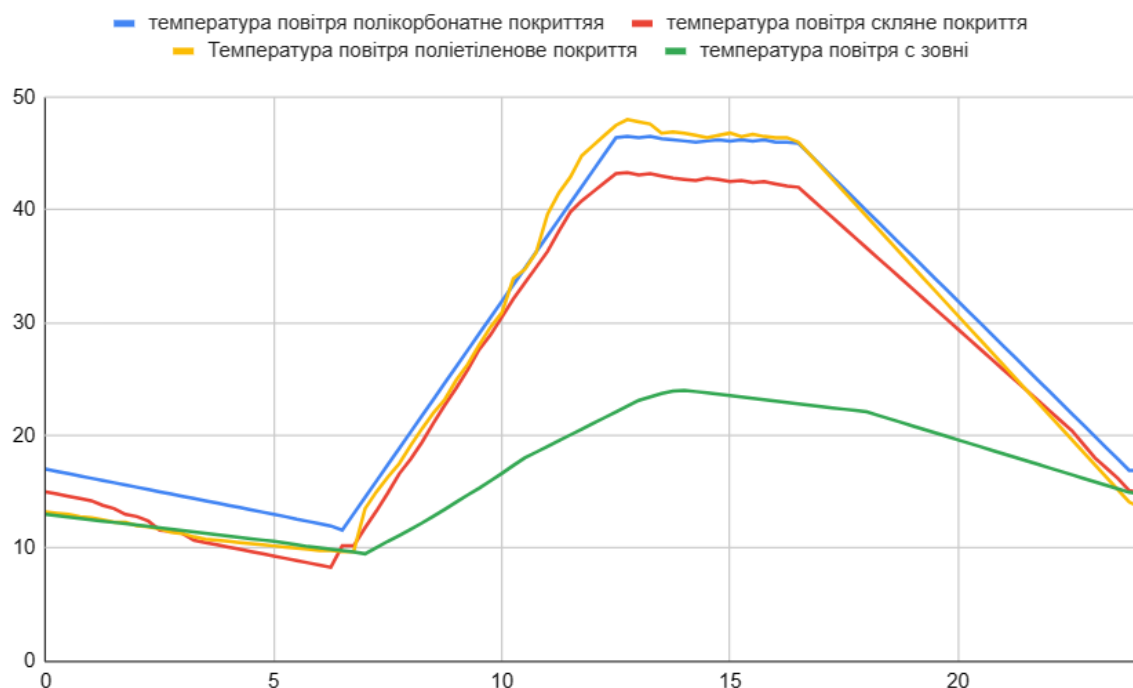


Рис. 3. 2 Температура повітря у теплицях з полікарбонатним покриттям, скляним покриттям, поліетиленовим покриттям відносно повітря ззовні у липні

Нами було проведено дослід, у якому ми робили виміри температури всередині та ззовні теплиць. Вимірювальний пристрій знаходився на висоті 1,5. Під час експерименту у теплиці не відбувалася вентиляція та не було рослин. Це було зроблено задля надання рівних умов експерименту. Фіксація температури відбувалася кожні 15 хвилин.

Аналіз температур показав, що зміни були майже однакові в ночі, але значно відрізнялися протягом дня. Ми думаємо, що це пов'язано з впливом сонячної радіації, яка потрапляє до теплиць вдень.

Липень:

Для теплиць з пластиковим покриттям температура становила від 9,7 до 48, різниця у температурі складає 38,3 °C. середня температура становить 22,8 °C . Пікова температура на 23,4 °C вища ніж температура ззовні. В проміжках часу з

6 30 до 6 45 в теплиці спостерігалася мінімальна температура. В проміжках з 12 45 до 13 00

Для теплиць з полікарбонатним покриттям аналіз показав, що температура в середині теплиць коливається від 11,6 до 46,5 влітку. Різниця температур склала 34,9 °С. Середня температура в середині теплиці становила 24,3 °С. Пікова температура в середині теплиці була на 23,4 °С вища ніж температура повітря зовні теплиці. В проміжках з 6:45 до 7 00 в середині теплиці спостерігалася найнижча температура. З 13 00 до 13 15 в теплиці спостерігалася найвища температура.

Для теплиць зі скляним покриттям аналіз показав, що температура в середині теплиць коливається від 10,2 до 43,3 влітку. Різниця температур склала 33,1 °С. Середня температура в середині теплиці становила 22,2 °С. Пікова температура в середині теплиці була на 18,9 °С вища ніж температура повітря зовні теплиці. В проміжках з 6:45 до 7 00 в середині теплиці спостерігалася найнижча температура. З 13 00 до 13 15 в теплиці спостерігалася найвища температура.

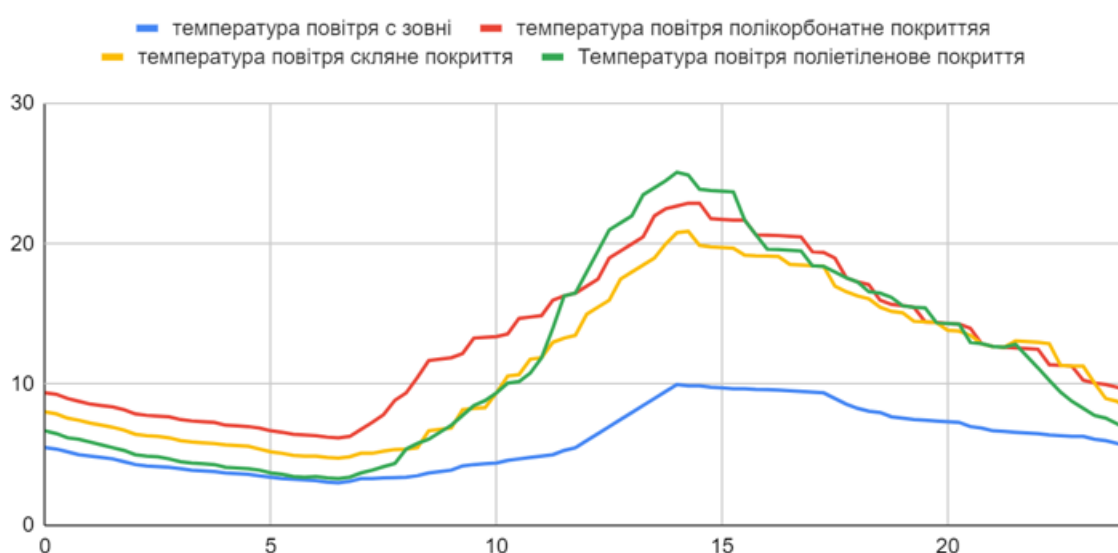


Рис. 3. 3 Температура повітря у теплицях з полікарбонатним покриттям, скляним покриттям, поліетіленовим покриттям відносно повітря зовні у січні

Січень:

Для теплиць з пластиковим покриттям температура становила від 3,3 до 25,1, різниця у температурі складає 22°C. середня температура становить 11,6 °C . Пікова температура на 15,1 °C вища ніж температура зовні. В проміжках часу з 6 30 до 6 45 в теплиці спостерігалася мінімальна температура. В проміжках з 14 00 до 14 15.

Для теплиць з полікарбонатним покриттям аналіз показав, що температура в середині теплиць коливається від 6,2 до 22,7 влітку. Різниця температур склала 16,5 °C. Середня температура в середині теплиці становила 13,2 °C. Пікова температура в середині теплиці була на 15,1 °C вища ніж температура повітря зовні теплиці. В проміжках з 6:30 до 6 45 в середині теплиці спостерігалася найнижча температура. З 14 00 до 14 15 в теплиці спостерігалася найвища температура.

Для теплиць зі скляним покриттям аналіз показав, що температура в середині теплиць коливається від 4,7 до 20,8 влітку. Різниця температур склала 16,1 °C. Середня температура в середині теплиці становила 11,4 °C. Пікова температура в середині теплиці була на 10,8 °C вища ніж температура повітря зовні теплиці. В проміжках з 6:30 до 6 45 в середині теплиці спостерігалася найнижча температура. З 14 00 до 14 15 в теплиці спостерігалася найвища температура.

Дослід показав, що теплиця з пластиковим покриттям проявила найбільше коливання температури повітря всередині приміщень, в той час як теплиця з полікарбонатним покриттям виявила схильність підтримувати високу температуру повітря в приміщеннях взагалі. Скляне покриття мало мінімальне коливання температури повітря всередині приміщень.

Якщо не брати до увага, що сонячний день взимку коротший, тому плато високої температури не довге, досягаючи пікової точки температура спадає, можна зробити такі висновки:

Дослідження показує, що полікарбонат є найбільш підходящим матеріалом для економії тепла в нічний час під час холодного періоду року, тоді як скло є

найбільш придатним для економії енергії охолодження в періоди спекотного сезону.

Вибір матеріалів для покриття теплиць слід здійснювати, враховуючи їх економічну ефективність та специфіку мікроклімату оточуючого середовища.

Експеримент 2. Дослідження вологості та температури субстрата у квітні 2024 року

На території підприємства вирощують культуру томатів. У якості субстрату використовується мінеральна вата. На час досліду у теплиці відбувалося провітрювання але було повністю відсутнє опалення. Останній полив культури відбувся за три години до досліду. Для експерименту були обрані такі типи теплиць: пластикові багатокупольні теплиці з арочними зводами, скляні багатокупольні теплиці з двоскатними зводами, полікарбонатні теплиці з двоскатними зводами. Кожен тип теплиць був поділений на три сектори, у кожному секторі було проведено по 5 проб. Тобто на кожен тип приходилося 15 проб.

Вимірювання відбувалися за допомогою пристрою «grosens reader», він складається з вимірювального зонду та з екрану, на який виводяться результати. Експеримент проводився з 12 35 до 13 45 кожний замір займала приблизно хвилину. Заміри бралися з одного ряду, перший вимір брався на відстані 10 метрів від початку, кожний наступний замір був на відстані 7 метрів від попереднього. На момент проведення досліду температура у теплицях з пластикового покриттям температура складала складала 26 °С, у теплицях з скляним покриттям 24°С та у теплицях з полікарбонатним покриттям 25°С.

За для кращого розуміння результати були розділені на три блоки, у яких бралися проби, та ранговані за зростанням у кожному з блоків

Таблиця 3.1

**Температура субстрату у теплицях зі скляним покриттям**

проба	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
вологість у %	55	44	46	37	48	76	66	58	59	61	69	63	71	57	71
температура субстрату °С	20	19	19	19	19	20	20	20	20	20	20	20	20	19	19

Таблиця 3.2

**Температура субстрату у теплицях з пластиковим покриттям**

проба	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
вологість у %	66	60	50	59	54	56	47	66	48	50	41	41	47	63	52
температура субстрату °С	19	19	19	18	19	20	20	19	19	19	20	20	20	19	19

Таблиця 3.3

**Температура субстрату у теплицях з полікарбонатним покриттям**

проба	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
вологість у %	68	47	50	61	50	61	57	51	51	59	64	48	53	55	71
температура субстрату °С	19	20	19	19	19	19	19	19	19	18	20	20	20	19	19

Перший висновок, який є характерним для кожного з покриттів, є те, що температура зростає від початку ряду, до його кінця, що може пояснюватися декількома речами. Перше – не дивлячись на те, що на момент вимірювань опалення у теплицях було вимкнено, але на нашу думку, через те що, воно працювало в ночі, воно мало свій вплив і в день. У теплицях, в яких проводився дослід опалення починає свій шлях від кінця ряду, саме тому наприкінці ряду

температура є вища. Друге - на момент вимірів робота у теплицях не була зупинена, та персонал переміщувався по центральному шляху теплиці, та відкривалися двері до блоків, що могло призвести до зменшення температури у центрі теплиці.

Найвища температура субстрату спостерігалася у блоках теплиць зі скляним покриттям, що може бути пов'язане з тим, що у теплицях зі скляним покриттям в цілому має мінімальну амплітуду коливання температури повітря.

Теплиці з полікарбонатним покриттям схильні до найбільш стабільного рівня температури субстрату від початку до кінця ряду, що може пояснюватися тим, що полікарбонатне покриття найстабільніше утримує температуру в середині теплиці [26].

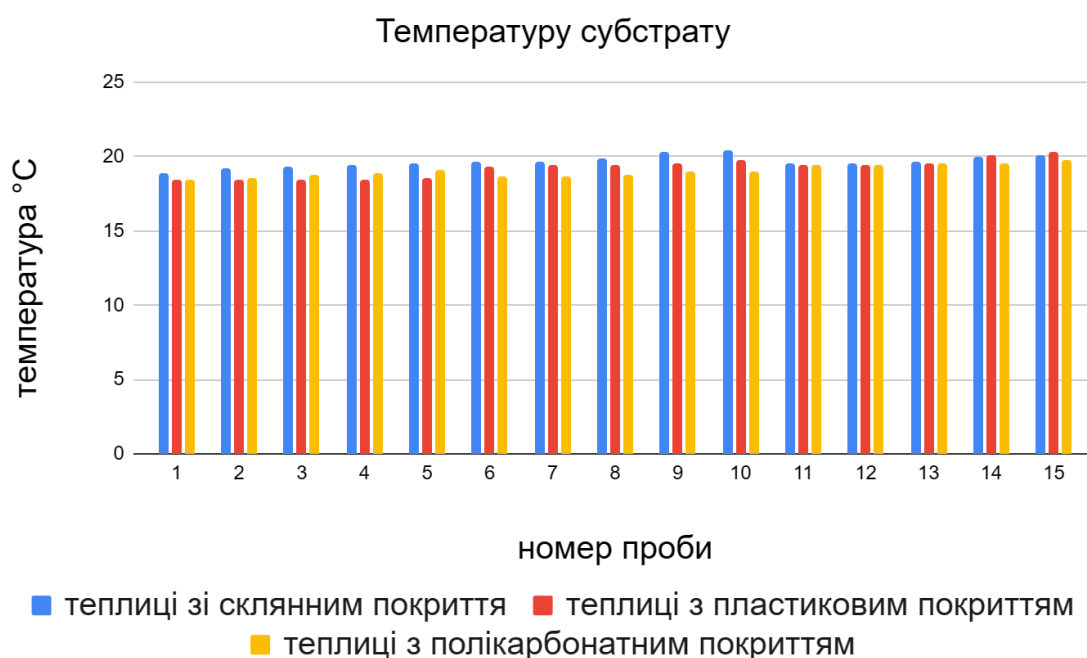
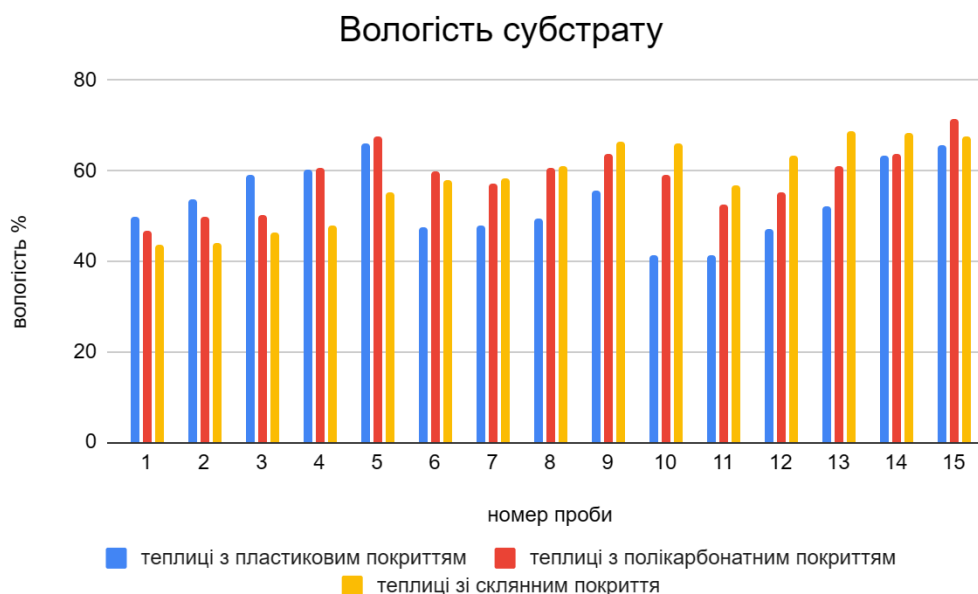


Рис. 3.4 Температура субстрату у теплицях з полікарбонатним покриттям, скляним покриттям, поліетіленовим покриттям відносно



**Рис. 3.5 Вологість субстрату у теплицях з полікарбонатним покриттям, скляним покриттям, поліетиленовим покриттям**

На момент після останнього поливу рівень вологості складав 75%. Середня різниця вологості субстрату у теплицях з полікарбонатним покриттям складає 19,98 – для першого блоку, 14,46 – для другого блоку та 14,2 – для третього блоку.

Середня різниця вологості субстрату у теплицях з пластиковим покриттям склала 17,2 для першого блоку, 26,58 для другого блоку, 21,1 для третього блоку.

Середня різниця вологості субстрату у теплицях зі скляним покриттям склала 27,54 для першого блоку, 13,04 для другого блоку та 10,02 для третього блоку.

Закономірності між вологістю субстрату та типом покриттів теплиць взаємозв'язку знайти не вдалося, також взаємозв'язку між температурою субстрату та вологістю субстрату встановити не вдалося.

## ВИСНОВКИ

На підставі огляду сучасних методів вирощування рослинної продукції у різних типах теплиць та проведених дослідів можна зробити наступні висновки:

1. Використання гідропоніки є ефективним методом вирощування рослин, оскільки дозволяє контролювати умови середовища, надавати необхідні поживні речовини без використання ґрунту та забезпечувати високу якість та врожайність продукції.

2. Різні типи покриття теплиць, такі як поліетиленова плівка, скляні панелі, полікарбонатні листи та сітки, мають вплив на формування якості рослинної продукції. Кожен тип покриття має свої переваги та недоліки, і вибір залежить від конкретних умов та вимог.

3. Теплиця з пластиковим покриттям проявила найбільше коливання температури повітря всередині приміщень, в той час як теплиця з полікарбонатним покриттям виявила схильність підтримувати високу температуру повітря в приміщеннях взагалі. Скляне покриття мало мінімальне коливання температури повітря всередині приміщень.

4. Полікарбонат є найбільш підходящим матеріалом для економії тепла в нічний час під час холодного періоду року, тоді як скло є найбільш придатним для економії енергії охолодження в періоди спекотного сезону.

5. Теплиця з пластиковим покриттям проявила найбільше коливання температури повітря всередині приміщень, в той час як теплиця з полікарбонатним покриттям виявила схильність підтримувати високу температуру повітря в приміщеннях взагалі. Скляне покриття мало мінімальне коливання температури повітря всередині приміщень.

6. Температура субстрату зростає від початку ряду, до його кінця, що може пояснюватися декількома речами. Перше – не дивлячись на те, що на момент вимірювань опалення у теплицях було вимкнено, але на нашу думку, через те що, воно працювало в ночі, воно мало свій вплив і в день. У теплицях, в яких проводився дослід опалення починає свій шлях від кінця ряду, саме тому

наприкінці ряду температура є вища. Друге - на момент вимірів робота у теплицях не була зупинена, та персонал переміщувався по центральному шляху теплиці, та відкривалися двері до блоків, що могло призвести до зменшення температури у центрі теплиці.

7. Закономірності між вологістю субстрату та типом покриттів теплиць взаємозв'язку знайти не вдалося, також взаємозв'язку між температурою субстрату та вологістю субстрату встановити не вдалося.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Жуковський М. М., П'ятигорський М. Л. Гідропоніка. Основи теорії та практики: *навч. посіб.* Київ: Аграрна освіта. 2008. 224 с.
2. Гіль Л. С., Пашковський А. І., Суліма Л. Т. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту. Закритий ґрунт: *навч. посіб.* Вінниця: Нова книга. 2008. Ч. 1. 368 с.
3. Мітков В. Б., Шиленко А. С. Удосконалення поливу та режимів краплинного зрошення в умовах закритого ґрунту. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали II Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції. Мелітополь: ТДАТУ. 2020. С.51-54.
4. Груша М. Г., Груша В. В., Зарембо Г. І. Вертикальне землеробство: нові реалії сільського господарства: *навч. посіб.* Київ: Аграр Медіа Груп. 2016. 287 с.
5. Вадим Цируль: Вертикальні теплиці більш технологічні, відповідно, і затратні [Інтернет-ресурс] URL: <https://agravery.com/uk/posts/show/vadim-cirul-vertikalni-teplici-bils-tehнологicni-vidpovidno-i-zatratni> (дата звернення 20.04.2024).
6. Вертикальні ферми в Україні: скільки це коштує та як організувати tech-господарство вдома [Інтернет-ресурс] URL: <https://www.epravda.com.ua/publications/2020/08/27/664413/> (дата звернення 15.04.2024).
7. Перспективи аеропоніки в Україні: як вирощувати врожай в повітрі. [Інтернет-ресурс]: <https://agro-yug.com.ua/archives/20864> (дата звернення 23.03.24)
8. Іванов І. В., Коваленко О. М., Петренко Л. І Комп'ютерне керування в системах вирощування рослин у теплицях. Вісник Національного аграрного університету. 2018. Вип. 1(82). С. 102-109.
9. Поліщук В. І. Автоматизація керування параметрами середовища у теплицях. Наукові праці НДУЕТ. Кривий Ріг. 2019. С. 158-162.

10. Ковальов М. П., Грищенко В. М., Величко І. В. Оптимізація режиму кропивлі і пухирці в теплицях з комп'ютерним керуванням Вісник НУБіП України. Київ. 2016. Вип. 5(69). С. 142-147.
11. Білоусов В. О, Костіна Г. М, Михальчук Н. В. Потенціал теплиць з комп'ютерним керуванням у забезпеченні продовольства та охороні навколишнього середовища : збірник наукових праць Екологічна безпека та природокористування. Київ. 2017. Т. 22, № 1. С. 52-58.
12. Павлов Д. В. Екологічні аспекти гідропоніки у вирощуванні продукції. Вісник Донецького національного університету. Серія "Екологія". Вінниця. 2020. Вип. 1(25). С. 138-144.
13. Степанов О. В. Вплив гідропонічних систем на якість та безпеку продукції. Науковий вісник НУБіП України. Київ. 2018. Вип. 3(70). С. 199-206.
14. Загребельний М. І. Інтеграція гідропоніки з відновлюваними джерелами енергії. Енергетика: економіка, технології, екологія : науковий журнал КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ. 2021. Вип. 1(46). С. 62-67.
15. Ковальчук І. В. Використання розумних систем керування в гідропоніці. Аграрна наука та харчові технології збірник наукових праць. ВНАУ Вінниця 2021. Т. 3, № 2. С. 20-25.
16. Леонтьєва Л. О. Вертикальне вирощування рослин у гідропоніці. Наукові праці Одеського державного аграрного університету. Одеса: ОДАУ 2019. Вип. 2(60). С. 41-46.
17. Загребельний М. І. Інтеграція гідропоніки з відновлюваними джерелами енергії. Екологія і природокористування. НАН України. Київ. 2018. Т. 24, № 1-2. С. 87-92.
18. Коваленко О. В., Петренко В. І. Вплив типів покриття теплиць на енергетичні та світлові параметри в системі гідропоніки. Аграрна наука і практика.. Київ: НААНУ. 2020. № 3(2). С. 78-84.
19. Шевченко І. О., Барановська О. М. Використання скляних панелей у теплицях для вирощування екологічно чистої продукції. Екологія та природокористування. Київ: НАН України. 2019. Т. 26, № 2. С. 24-29.

20. Гринченко Н. В., Старостенко Л. О. Теплиці з полікарбонатним покриттям: особливості використання та вплив на рослинну продукцію. Сільське господарство та лісівництво. Вінниця: ВНАУ 2018. № 5. С. 52-56.
21. Ковальов М. П., Лисенко О. В. Використання сіток у теплицях: особливості та переваги Сучасні проблеми екології та природокористування. Київ: НАН України 2021. Т. 1. № 2. С. 112-118.
22. Іванова Н. М., Петров В. І., Сидорова І. О. Методика визначення впливу типів покриття теплиць на врожайність рослин у гідропоніці. Вісник аграрної науки. Київ: НАН України. 2019. Вип. 4. С. 42-47.
23. Сидоров О. В., Іваненко І. П., Морозов В. П. Методика вимірювання параметрів росту рослин у гідропоніці. Вісник сільськогосподарської науки. Київ: НАН України. 2022. Вип. 7. С. 112-120.
24. Петренко Н. М., Литвиненко О. В., Шевчук І. В. Методи аналізу якості врожаю в умовах гідропоніки. Вісник аграрної науки. Київ: НАН України. 2021. Вип. 12(3). С. 45-52.
25. Короткевич О. О., Семенов С. І., Білявський І. О. Дослідження мікроклімату в умовах гідропоніки. Вісник аграрної науки. Київ: НАН України. 2022. Вип. 3(2). С. 67-75.
26. Кривицька І. А., Панкова Д. Д. Вплив різних покривних матеріалів на теплові характеристики теплиць : матеріали ХІХ Всеукраїнських наукових Таліївських читань (Харків, 27 жовтня 2023 року). Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2023. С. 67-69.