

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет агрономічний
Кафедра технології зберігання та
переробки продукції рослинництва

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Савченко Ольга Василівна

УДК 62-93:681.5

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
“ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ПРОДУКТИВНОГО
ФОТОСИНТЕЗУ РОСЛИН ВІД ЗНАЧЕНЬ ПАРАМЕТРІВ
МІКРОКЛІМАТУ В КУЛЬТИВАЦІЙНИХ СПОРУДАХ
ЗАКРИТОГО ҐРУНТУ”

201 – агрономія

Подається на здобуття наукового ступеня магістр

кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело _____ О. В. Савченко

Керівник роботи
Саюк Олександр Анатолійович
кандидат сільськогосподарських наук

Житомир – 2020

АНОТАЦІЯ

Савченко О.В. Дослідження залежності продуктивного фотосинтезу рослин від значень параметрів мікроклімату в культиваційних спорудах закритого ґрунту. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 201 – агрономія. – Поліський національний університет, Житомир, 2020.

У кваліфікаційній роботі викладено результати дослідження з вивчення впливу різних параметрів мікроклімату закритого ґрунту на фотосинтезуючі процеси в рослині, що сприяють підвищенню продуктивності культур.

Висока продуктивність та розкриття потенціалу салатних культур та пряних трав забезпечується гідропонною системою вирощування на салатних лініях, як основного засобу виробництва в закритому ґрунті, що зменшують тривалість вегетаційного періоду до 21 дня. Системи досвічування здійснюють значний вплив на процеси що протікають в рослинах, особливо червоний та синій спектри, сприяючи при цьому збільшенню урожайності зелених культур.

Використання адаптивної системи поливу на основі аналізу вихідної води та проведення листкової діагностики дає змогу забезпечити рослини всіма необхідними макро- і мікроелементами в процесі вегетаційного періоду дає змогу збільшити урожайність культур на 20...25%.

Одержані результати дослідження мають практичне значення для отримання найкращих економічних показників при вирощування салатних культур та пряних трав гідропонним методом.

Ключові слова: мікроклімат, рукола, досвічування, урожайність, захищений ґрунт, салатна лінія.

SUMMARY

Savchenko O.V. Researching the Dependence of Efficient Photosynthesis of Plants on the Values of Microclimate Parameters in Indoor Cultivation Facilities. – Qualification Work on the Manuscript Rights.

Qualification Work to Obtain Master's Degree Majoring in 201 - Agronomy. Polissia National University, Zhytomyr city, 2020.

The qualifying work presents the results of a study of the influence of various microclimate parameters of the indoor soil on photosynthetic processes in the plant, which increase crop productivity.

High productivity and disclosing potential of lettuce and spicy herbs is provided by the hydroponic system of growing on lettuce lines, as the main means of production in indoor ground, which reduces the duration of the growing season to 21 days. Lighting systems have a significant impact on the processes occurring in plants, especially the red and blue spectra, while increasing the yield of green crops.

The use of an adaptive irrigation system based on the analysis of source water and leaf diagnostics allows to provide plants with all the necessary macro- and microelements during the growing season allows to increase crop yields by 20... 25%.

The research results obtained are of practical importance for obtaining the best economic indicators in the cultivation of lettuce and spicy herbs by hydroponic method.

Key words: microclimate, arugula, additional lighting, yield, protected soil, lettuce line.

ЗМІСТ

ВСТУП	5	
РОЗДІЛ 1	АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ТЕМИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	8
РОЗДІЛ 2	УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДІВ	17
	2.1. Місце, умови, схема та методика проведення випробувань	17
	2.2. Особливості вирощування салатів та зелені на салатній лінії під час проведення дослідів	19
	2.3. Приготування маточних розчинів та їх коригування	22
	2.4. Хвороби та шкідники зелених культур. Засоби боротьби	24
РОЗДІЛ 3	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГРУНТУВАННЯ	26
	3.1. Вплив технологій вирощування на продуктивність салатів	26
	3.2. Обґрунтування складу маточних розчинів при гідропонному вирощуванні салатних культур	27
	3.3. Дослідження продуктивного фотосинтезу рослин від параметрів мікроклімату	31
	3.4. Економічна ефективність вирощування руколи на салатних лініях	37
ВИСНОВКИ		40
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ		41
ДОДАТКИ		

ВСТУП

Актуальність. Сучасне ведення сільськогосподарського виробництва як і в Україні так і в усьому світі направлене на вирощування продуктів харчування людей та с.-г. тварин. В основу сучасного виробництва покладені інтенсивні технології вирощування рослин (за виключенням органічно чистих продуктів). Крім цього існує поняття «районування або зонування» вирощування відповідних культур, які мають свої особливості росту та розвитку. Тому, кожен регіон, що відрізняється кліматичними умовами, забезпеченням водою, можливостями обробітку ґрунту і тощо, спеціалізується на вирощуванні конкретних с.-г. культур [17]. При сучасній глобальній зміні клімату та розвитку генної інженерії сільське господарство деякою мірою стає все більш універсальним, тобто дає можливість вирощувати на одній території велику різноманітність культур. Звичайно, це супроводжується великими недоліками: поява генно модифікованих продуктів, зниження урожайності рослин, винесення з ґрунту поживних речовин, тощо. В цьому відношенні важливе значення має забезпечення продуктивного фотосинтезу рослин за оптимальних параметрів мікроклімату в культиваційних спорудах закритого ґрунту.

Мета і завдання дослідження. Метою досліджень є вивчення та агроекологічна оцінка впливу основних параметрів мікроклімату в середовищі захищеного ґрунту на фотозинтезуючі процеси, що відбуваються в рослині..

В завдання роботи входило встановити залежність інтенсивності продуктивного фотосинтезу від мікроклімату культиваційних споруд, що є важливим для розробки сучасних технологій виробництва продукції закритого ґрунту, а також запровадження адаптивних змін в системи зрошення культур.

Предметом досліджень є системи культиваційних споруд закритого типу, технології вирощування продукції закритого ґрунту, параметри мікроклімату теплиць, фактори, що впливають на продуктивність

фотосинтезу рослин, урожайність, енергетична і економічна ефективність інженерних засобів для створення оптимального агротехнічного середовища.

Об'єктом досліджень є аналіз впливів процесів фотосинтезу в рослині від основних параметрів мікроклімату для створення оптимального агротехнічного середовища.

Методи дослідження. Для визначення фаз росту рослин та їх стану використовувався польовий метод, для визначення продуктивності рослин салатів використовувався кількісно-ваговий метод, для визначення вмісту хімічних речовин у листях рослин використовувався метод листової діагностики.

Перелік публікацій автора за темою дослідження: Савченко О.В., Савченко Л.Г. Дослідження залежності продуктивного фотосинтезу рослин від значень параметрів мікроклімату в культиваційних спорудах закритого ґрунту. Матеріали I Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції «Теорія і практика сучасної науки очима молоді», 26 березня 2020 р. Харків: ХНТУСГ, 2020. С. 155-156.

Савченко О.В., Савченко Л.Г. Гігієнічна оцінка впливу мікроклімату в теплиці на виробничий персонал. Матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції «Біоенергетичні системи», 29 травня 2020 р. Житомир: ЖНАЕУ, 2020. С. 117-119.

О.В. Савченко, Вплив значень параметрів мікроклімату на технологію вирощування салатів та пряних трав в умовах захищеного ґрунту. Збірник тез доповідей VI Всеукраїнської науково-практичної конференції «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь», 9-10 квітня 2020 р. Житомир: ЖАТК, 2020. С. 149-150.

Практичне значення одержаних результатів. На основі результатів досліджень було запропоновано та проаналізовано виробництво салатів та пряних культур на салатних лініях з використанням LED освітлення відповідного спектру, а також методи складання та коригування маточних

розчинів для зрошення культур на основі поливної базової води та листової діагностики.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота викладена українською мовою на 44 сторінках комп'ютерного тексту, ілюстрована 8 таблицями і 20 рисунками; складається з анотацій, вступу, 3 розділів, висновків, списку використаних джерел, який налічує 26 найменувань та 3 додатків.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ТЕМИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Вирощування овочевої продукції на відкритому має ряд труднощів, пов'язаних в складною агротехнікою, неможливістю вирощування у складних кліматичних умовах, а також неможливістю виростити продукцію томатів, огірків, салатів та пряних трав у зимовий період та у міжсезоння. Але ринок потребує дану продукцію [1,7,8]. Тому, країни з розвиненим сільськогосподарським виробництвом, для забезпечення потреб населення в овочевій продукції використовують середовище захищеного ґрунту, як основний засіб виробництва, що відкриває широкі можливості для виробництва вибагливих овочевих культур.

Таким чином, теплиці та тепличні комплекси набувають великого розвитку, особливо при змінах клімату, що спостерігається в останні роки. До переліку культур які доцільно вирощувати в середовищі захищеного ґрунту можна віднести: томат, огірок, перець, редька, салати, пряна зелень, а також різні види квіткової продукції. Слід відзначити, що кожна культура має свої особливості росту та вегетації, а отже і технології вирощування цих культур відрізняються між собою [1,12,16].

Серед основних технологій, що використовуються для виробництва сільськогосподарських культур в середовищі закритого ґрунту можна віднести наступні [8]:

- Вирощування рослин у ґрунті. Дана технологія використовується на присадибних господарствах України, але її використання має ряд недоліків: низький рівень використання потенціалу рослин, великий вихід поживних речовин з ґрунту в теплицях (як наслідок його необхідно замінювати через відповідний період), засоленість ґрунту (за рахунок використання закритої системи поливу).



Рис. 1.1. Технологія вирощування в теплиці на ґрунті (приклад).

- Вирощування рослин у піднятих грядках. Це різновид технології вирощування в ґрунті, за тією відмінністю, що ріст рослин відбувається у спеціальних спорудах заповнених поживним субстратом. Але проблему засоленості та заміни ґрунту дана технологія виконує частково.



Рис. 1.2. Технологія вирощування в теплиці на піднятих грядках (приклад).

- Вирощування рослин на гідропонії. В країнах ЄС – це найбільш поширена технологія, яка передбачає відмову (або часткову відмову) від ґрунту, як основного середовища де розвивається коренева маса рослини [1,4,8]. Гідропонна технологія передбачає використання живильного розчину як основного джерела

надходження до рослин поживних речовин, при цьому коренева система формується або вільно або у штучно створеному середовищі (базальтовий мат, кокововий мат, торфо-суміш).



Рис.1.3. Метод вирощування рослин на гідропоніці (приклад).

- Аеропоніка. Підвид гідропоніки. Метод вирощування сільськогосподарських культур, що найбільш розповсюджений в країнах з тропічним та жарким кліматом [8,12,18]. Суть методу полягає у доставці поживних речовин рослині за рахунок аерозольного розприскування на кореневу систему маточного розчину, при цьому коренева система розвивається вільно.



Рис.1.4. Вирощування рослин методом аеропоніки

При вирощуванні вищенаведених культур необхідно чітко розуміти, яка технологія може бути використана для конкретної культури, а також можливість повного розкриття її потенціалу.

Але загальним для всіх технологій у середовищі закритого ґрунту є основна його перевага – можливість контролю параметрів мікроклімату, що значною мірою впливають на ріст рослин. До таких параметрів можна віднести: температура повітря та середовища, де знаходиться корінь, вологість повітря, насиченість повітря CO₂, освітленість. Всі ці параметри, а також їх комбінації значною мірою впливають на розвиток рослин і як наслідок на їх урожайність [8].

Окремо слід відзначити вплив на продуктивність рослин методів та способів зрошення рослин, оскільки це основний спосіб доставки до рослин необхідних для розвитку макро- і мікроелементів. Тому в системі зрошування розрізняють поняття маточний розчин. Це розчин у базовій воді необхідних солей, лугів та мікроелементів у легкодоступній для рослин формі, доведені до збалансовано необхідно рівня.

Основними показниками маточного розчину є його кислотність (pH) та насиченість електропровідність (ЕС), як метод визначення кількості поживних речовин у маточному розчині. Ці параметри можуть бути чітко відстеженні автоматами керування, що означає можливість їх повного регулювання при зрошуванні.

Зупинимось на виробництві салатів та пряних трав у середовищі захищеного ґрунту. Слід зауважити, що видів салатів є досить багато, але всі вони мають спільні вимоги як до параметрів мікроклімату так і до складу маточних розчинів, що використовуються в системах зрошення. Основними промисловими методами виробництва даних культур можна вважати гідропонне вирощування[17,19,20].

Провівши аналіз салатних культур та пряних трав за впливом на їх розвиток температури повітря, необхідно відмітити, більшість з них відносяться до другої групи рослин, що вимагають помірної середньодобової

температури повітря, близько $14^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Але при денній і нічній температурах перепад не повинен перевищувати $5...6^{\circ}\text{C}$, що пригноблює ріст рослин. Збільшення температури повітря більше $+40^{\circ}\text{C}$ зупиняє ріст рослин та також фотосинтезних процесів, а при температурі $+45^{\circ}\text{C}$ – відбувається загибель рослини, оскільки це є температура біологічного максимуму [8, 20,21,26].

Мінімально допустимою температурою для рослин даної групи є температура – $6...7^{\circ}\text{C}$, при якій пригноблюється ріст, засвоюваність деяких мікро- та макроелементів, втрачається звичне забарвлення листя. Настання нижчих температур призводить до загибелі рослин [5].

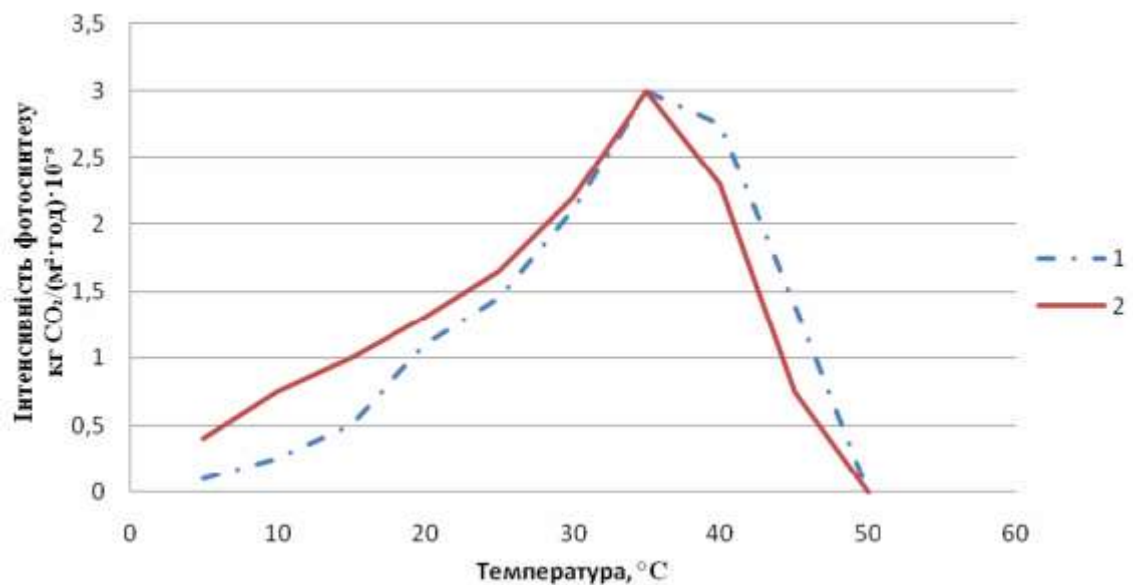


Рис. 1.5. Вплив інтенсивності фотосинтезу від температури повітря:

1 - томат; 2 – огірок.

Основним і найбільш важливим параметром мікроклімату, що впливає на ріст та розвиток рослини, особливо салатів та пряних трав, де важливим є якість листової маси та насиченість її відповідними вітамінами є освітленість. Цей параметр на пряму впливає на фотосинтезні процеси і формування врожаю. Крім цього процес ускладнюється недопущенням формування в листях нітратної форми азоту, що згубно впливає на організм людини.

При розгляді впливу освітлення на процес росту рослин, необхідно визначити декілька параметрів освітленості, що є важливими при виробі методів, систем освітлення, а також часу освітлення [3,14,15].

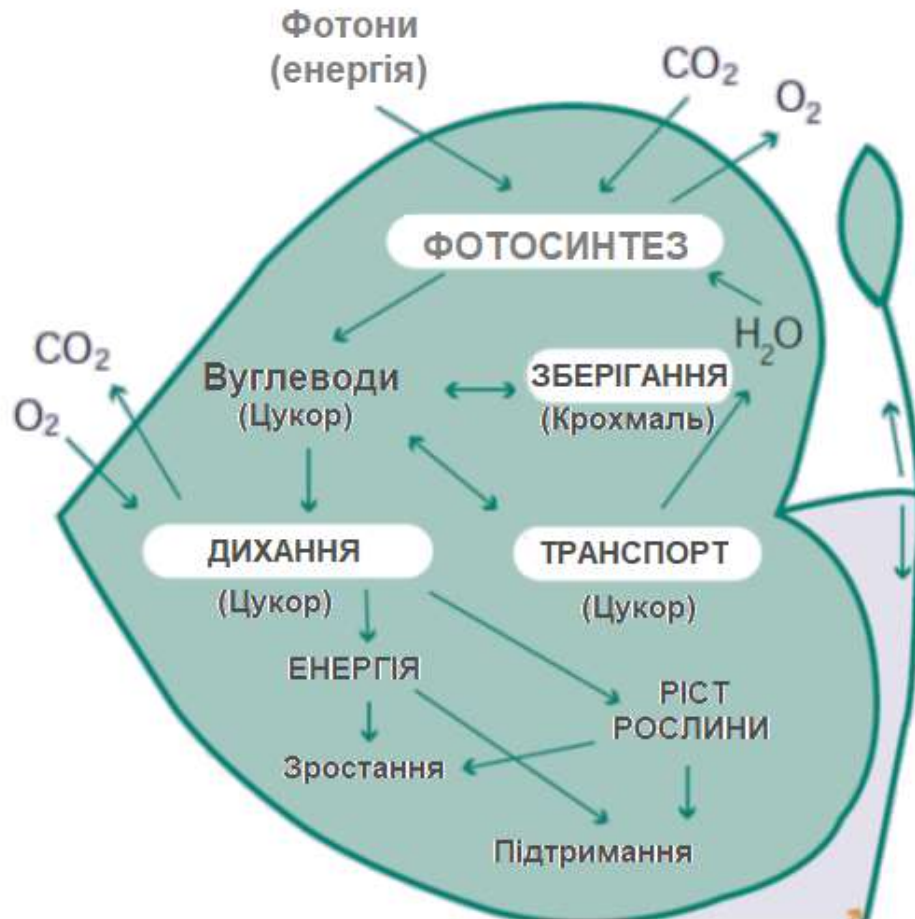


Рис. 1.6. Реакція рослин на вплив світла.

В зимовий період мінімальна кількість інтенсивності освітленості для салатних культур має бути 100...150 Вт/м². Дана інтенсивність забезпечує до 95% проходження фотосинтезних процесів у рослині. Збільшення інтенсивності пришвидшує процес росту рослин, але витрати на освітлення стають занадто великими, при низькому прирості маси рослин, тому дана інтенсивність є найбільш раціональною. Крім цього, необхідно звернути увагу на спектр випромінюваного світла. Для рослин найбільш сприятливими є довжини хвиль світла в межах 380...710 нм. Ці промені носять назву – фотосинтетична активна радіація. Але різна довжина хвиль створює різний

вплив на рослину [9,10]. Наприклад хвилі 380...490 нм (синій колір) сприяють фотосинтезу та утворенню у листках рослини необхідних білків, хвилі 620...720 нм – основне джерело процесів фотосинтезу, а також стримують рослину до цвітіння розвивають листову масу.

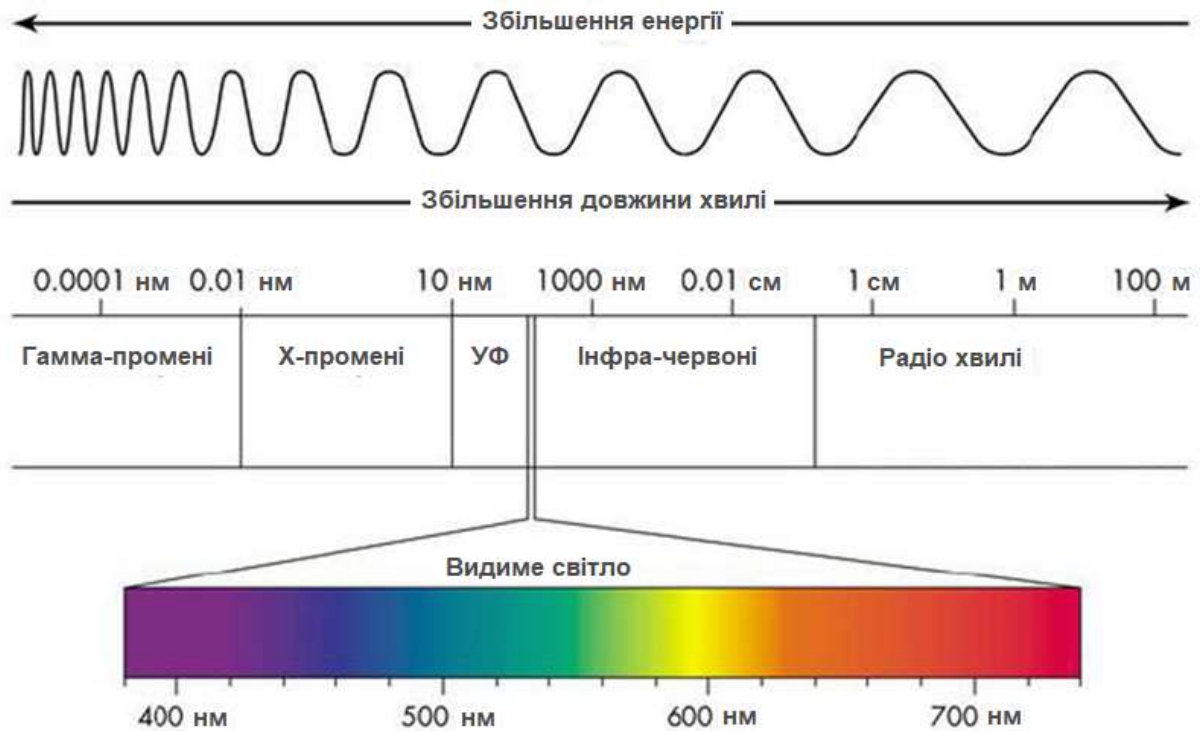


Рис.1.7. Спекти світла та довжини їх хвиль.

Основним джерелом природнього світла в теплиці є сонце, що створює необхідну інтенсивність та видає необхідних спектр освітлення для рослин. Влітку тривалість дня досягає 16...17 годин, при цьому рослини отримують більше 2000 Дж/см² енергії, але в зимовий період кількість освітлення зменшується, і тривалість світлового дня становить до 6...7 год, що є недостатнім для проходження необхідних фотозинтезних процесів у рослині і ріст припиняється [2,3].

Найбільш раціональним часом освітлення рослин в період їх вегетації є 16...17 годин, тому системи освітлення середовища захищеного ґрунту повинні забезпечувати дані години, при цьому спектр випромінювання штучних систем доосвітлення повинен відповідати потребам рослини [6,11].

Рядом вчених було досліджено вплив окремих параметрів мікроклімату на ріст та розвиток рослин. При цьому були виявлені найбільш вагомні впливи та їх значення для конкретних рослин. В ряді робіт запропоновані дослідження зі сумісного впливу параметрів мікроклімату на рослини.

Виконавши дослідження впливу умов росту та розвитку рослини, можна сказати, що основним процесом, що створює урожай рослин є фотосинтезні процеси, які в свою чергу залежать від ряду параметрів мікроклімату та інших.

Аналіз наукових досліджень дозволив виявити фактори мікроклімату, що впливають на продуктивність фотосинтезу тепличних рослин (рис. 1.1) [9,11,17,18].



Рис. 1.8. Фактори, що впливають на продуктивність рослин у культивованих спорудах закритого ґрунту

Зокрема, в роботах визначається, що створення діяльністю усіх систем мікроклімату є надзвичайно важливим впливом на рослину. Оскільки жодна зі систем самостійно не може вирішити питання максимального використання потенціалу росту та продуктивності рослин.

Висновки до розділу 1

Використання тепличних комплексів в Україні набуло широкого поширення. Це відбувається завдяки, насамперед, можливості отримання врожаю в певний період року з контролем якості та урожайності продукції. Але для вирішення цих проблем необхідно створити складні системи мікроклімату, що дозволяють забезпечити оптимальні умови для росту рослин, використовуючи при цьому якомога менше енергетичних засобів. Тому перед системами мікроклімату висувають ряд основних вимог, головною з яких є здатність легко і чітко керувати своїм мікрокліматом, а також їх висока надійність.

В умовах конкретних теплиць та тепличних комплексів рекомендовано дотримуватись найбільш раціональних меж параметрів мікроклімату, що дають змогу підтримувати ріст та розвиток рослин.

Ріст рослин визначається фотосинтезом, на який впливають фактори мікросередовища культивованих споруд закритого типу. Аналіз наукових досліджень дозволив виявити та сформулювати фактори мікроклімату, що впливають на продуктивність фотосинтезу тепличних рослин. В результаті було встановлено, що проведення аналізу залежності інтенсивності продуктивного фотосинтезу від параметрів мікроклімату тепличних комплексів є створює умови для розкриття повного потенціалу рослин, що підвищує їх продуктивність, і як наслідок, що забезпечує високий рівень якості та продуктивності продукції тепличних комплексів.

РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДІВ

2.1. Місце, умови та методика проведення випробувань.

Випробовування проводились в дослідній теплиці Поліського національного університету в період 2019 – 2020 років. Виробництво сільськогосподарських культур проводилось за допомогою гідропонного методу вирощування. Тому, в якості основного технологічного обладнання для проведення дослідів використовувалась салатна лінія (виробництва Viemose DGS A/S, Данія) [22] та заливні столи. Вологість та температура контролювались комбінованих датчиком RTF-6 (виробництва Senmatic A/S, Данія) [23]. В якості вузла для подачі маточного розчину для рослин використовувався зрошувальний міксер AMI Penta (виробництва Senmatic A/S, Данія) [25].

Дане обладнання дало змогу повністю контролювати параметри мікроклімату, а також проводити зміни в рецептурі поливного маточного розчину, що подавався рослинам.

Технологією вирощування культур передбачено використання торфового субстрату. При дослідженнях використовувався субстрат [1] з наступними параметрами:

Кислотність (РН) - 5,5-6,5

Азот (N) - 120-160 мг/л

Фосфор (P₂O₅) - 160-200 мг/л

Калій (K₂O) - 190-240 мг/л.

В якості базової поливної води використовувалась вода з наступними параметрами [25]: Кислотність (рН) – 6,9; Електропровідність (ЕС) – $\leq 0,59$; вміст основних елементів, які виходять за межі допустимих значень для поливної води і які треба враховувати при створенні поливної рецептури маточного розчину: Калій – 1,54 ммоль/л; Магній – 0,74 ммоль/л; Залізо – 16,5 мкмоль/л.

В якості посівного матеріалу використовувались насіння салатів та пряних трав [25].

Схема досліду

1. Методи вирощування

2. Посів в горщики Ø 54 мм для сходження та проростання з подальшим встановленням на салатну лінію (верхній полив, чиста вода).
3. Посів в горщики Ø54 мм і встановлення у касети на 40 комірок (до стадії справжніх листків – верхній полив, чиста вода, в подальшому – методом підтоплення).
4. Посів в касети на 40 комірок (до стадії справжніх листків – верхній полив, чиста вода, в подальшому – методом підтоплення).

2. Методи удобрення

Маточний розчин мав наступні параметри: ЕС – 1,6; рН – 6,0. Кількість добрив у маточний розчин дозувалась рівномірно у відношенні (50:50) з концентрованих ємностей А і В, до необхідного значення ЕС.

Розмір баку – 1000 л

Концентрація 1х 100 (1% розчин)

Бак А

- YaraTera Calcinit – 97 кг
- YaraTera Krista K Plus (нітрат калію) – 13 кг
- YaraTera Rexolin ABC – 0,9 кг
- YaraTera Rexolin D12 (хелат заліза) – 2 кг

Бак В

- YaraTera Krista K Plus(нітрат калію) – 48 кг
- YaraTera Krista SOP (сульфат калію)– 17 кг
- YaraTera Krista МКР (монокалійфосфат) – 19 кг
- YaraTera Krista MgS (сульфат магнію) – 25 кг

- YaraTera Krista MAP (моноамонійфосфат) – 1 кг
- Folicare 12-0-38 – 4 кг.

Методика проведення випробувань

1. Фенологічні спостереження проводили у такі фази розвитку рослин: сходи, поява справжніх листків, фаза розетки, а головчаста.
2. Кількість листків у фазі розетки проводити прямим підрахунком для кожної рослини та визначали їх середнє значення за кількістю та вагою.
3. Облік врожаю визначали ваговим методом для кожної рослини.
4. Листкова діагностика зеленої маси рослин проводилась в умовах лабораторії Поліського національного університету за допомогою «лабораторії Агровектор ПФ-014».
5. Методика обробки статистичних експериментальних даних виконувалась методами дисперсійного та кореляційного аналізів за допомогою ЕОМ, пакету аналізу електронної таблиці Microsoft Excel.
6. Проводились спостереження зі впливу змін параметрів мікроклімату на строки дозрівання рослин, методом зважування окремих рослин.
7. Проводились спостереження впливу різних інтенсивностей освітленості рослин в період вегетації.

2.2. Особливості вирощування салатів та зелені на салатній лінії під час проведення дослідів

Під час проведення випробувань була використана салатна лінія, як основний засіб вирощування сільськогосподарських культур. Основними перевагами салатної лінії є: раціональне використання виробничої проці, можливість регулювання рецептури зрошення для різних фаз росту рослин,

автоматична зміна відстані між рослинами, що дає змогу збільшити їх урожайність без пересадки, а також можливість повного контролю над рослинами. Салатна лінія Поліського національного університету має ширину 3 м, що дає змогу розмістити до 15 рослин. Довжина лінії складає 39 м (рис.2.1).



Рис. 2.1. Загальний вигляд салатної лінії ПНУ (28.09.2020).

Робочий цикл на лінії складає 21 день, що дає змогу розмістити на ній до 250 жолобів, а отже і до 3750 рослин. Відстань між жолобами змінюється автоматично при досяганні рослиною певного віку (див. рис. 2.2).

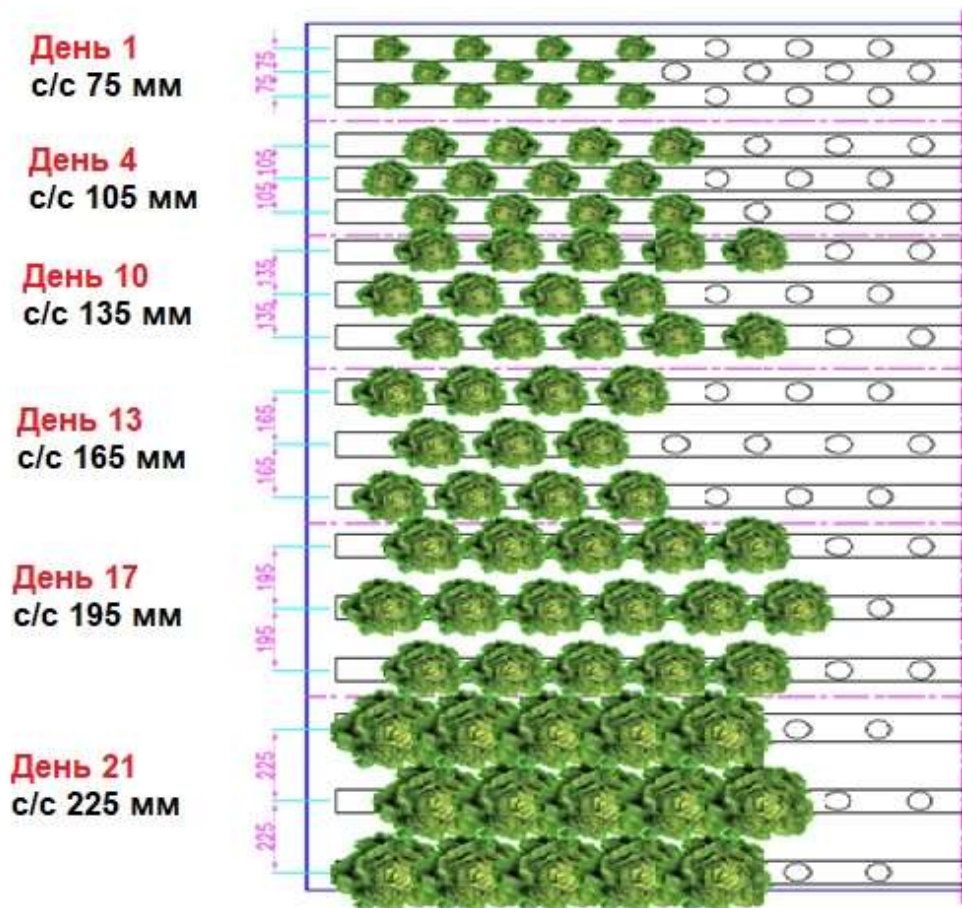


Рис. 2.2. Зміна міжцентрової відстані між жолобами залежно від віку рослин.

При проведенні дослідів загальний технологічний процес вирощування салатів та зелені складався з наступних циклів:

1. Посів.
2. Проростання насіння (2...3 дні). При цьому створювались наступні умови: (температура 20...22 °С, вологість 95%, без доступу світла).
3. Проростання розсади (7...10 днів). Параметри мікроклімату: температура – 18...20 °С, вологість 55...60%. Полив відбувався зверху, без додавання мінеральних добрив (чиста вода).
4. Встановлення горщиків з розсадою на салатну лінію. Параметри мікроклімату: температура – 18...20 °С, вологість 55...60%. Полив відбувався в жолоб відповідно до прийнятої методики випробувань.

2.3. Приготування маточних розчинів та їх коригування.

Поживні розчини – один з найбільш важливих факторів при гідропонному вирощуванні рослин. Їх готують шляхом розчинення різних солей у воді, а вода при гідропонній технології має першочергове значення. Необхідно знати вихідні дані використовуваної води до них відносяться:

- загальна концентрація розчинних мінеральних солей;
- вміст мікро- та макроелементів, таких як: натрій, хлор, сірка та інші елементи живлення, що засвоюються рослиною в меншій кількості і які при накопиченні в розчині мають токсичну дію на рослини;
- вміст бікарбонатів, їх співвідношення і сумарна концентрація та дія таких елементів як: кальцію і магнію;
- кислотність води.

Вода, придатна для систем зрошення при гідропоніці, повинна містити не більше 30 мг/л натрію. Підвищена концентрація такого елемента вимагає попереднього фільтрування води. Знаючи хімічний склад води можна виконувати приготування розчинів. Для цього використовуються повністю водорозчинні добрива такі як:

- Кемира Гідро комплексне добриво з мікроелементами;
- Кальцієвая селітра (гранульована);
- Монокалій фосфат;
- Нітрат магнію (рідкий);
- Калієва селітра;
- Сульфат магнію;
- Азотна кислота 58%;
- Ортофосфорна кислота 77%.

Маточні концентровані розчини готуються в двох баках (Бак А, Бак В і Бак 3 служить для кислот). При внесенні солей в резервуари з водою слід дотримуватися послідовність: в Баку В: змішують Кемира Гідро, монокалій фосфат, сульфат магнію, нітрат магнію, калійна селітра; в Баку А: Кальцієва

селітра, калійна селітра, нітрат магнію. Концентрація базового розчину залежить від температури води, що використовується. При температурі 20 °C або вище може бути приготований 20% розчин (тобто 25 кг міндобрив на 100 літрів води).

Культура салату дуже вимоглива до фону поживних речовин, але не виносить високих концентрацій розчину. Для салату рекомендується такий вміст основних поживних елементів: взимку N-180, P50-60, K-360, Mg-35 Ca95-100; влітку N-120 P40-35 K-220 Mg35 Ca85-100. Електропровідність розчину в осінньо-зимовий період повинна бути 2,0-2,2 мСм/см, у весняно-літній період вона становить 1,2-1,7 мСм/см, в залежності від освітленості і температури. Реакція живильного розчину рН 5,5-6,0.

Гідропонне вирощування дозволяє повністю керувати живленням рослин. Для контролю режиму зрошування необхідно періодично (один раз на місяць) аналізувати розчин і щодня стежити за показаннями рН і ЕС при необхідності ввести корекції на макро-мікроелементи. Необхідно один раз в три тижні проводити заміну (при необхідності) живильного розчину, так як в ньому накопичується сірка та рослинні залишки (якщо не проводиться фільтрування), що розклалися.

При складанні маточних розчинів необхідно пам'ятати:

- салат не завжди засвоює з розчину поживні речовини в період росту. Це залежить від розміру рослини, освітленості, температури і вологості. Взимку і навесні рослини салату засвоюють азот і калій швидше в міру прискорення зростання. Швидкість засвоєння кальцію, навпаки, постійна;

- влітку спостерігаються крайові опіки, в основному на молодих листках через недостатнє надходження кальцію, так як вага надземної маси більше підземної і корінь не встигає споживати кальцій в необхідних кількостях. Для зменшення відсотка опіків збільшують час роботи системи випарного охолодження (відносна вологість повітря не повинна бути менше 40%), раз на два тижні роблять зміну гідропонного розчину і використовують стійкі до опіків гібриди.

2.4. Хвороби та шкідники зелених культур. Засоби боротьби.

Слід відзначити, що період росту та дозрівання салатів та зелені настільки короткий, що шкідники не встигають нанести йому серйозну шкоду. Але слід відзначити, що вони, як і хвороби можуть значно погіршити якість продукції.

Основними хворобами у розсадному відділенні є: Чорна ніжка (збудники гриби роду *Pythium*, *Fusarium*, а також *Rhizoctonia solani*). Основними причинами розповсюдження хвороб є довготривале перезволоження ґрунту, велика кількість поливів невеликою кількістю води, а на поверхні ґрунту може з'явитися кірка. Профілактичними заходами боротьби можуть бути дотримання температури та вологості в розсадному відділенні.

Сіра цвіль (гриб *Pythium*). Основними признаками цього захворювання є загнивання коренів, уповільнюється ріст рослин, знижується врожайність та погіршується якість товарної продукції. В якості боротьби з даним захворюванням рекомендується пропарювати субстрат, що використовується, дезінфекція культиваційних жолобів, а також заміна маточних розчинів.

Бактеріальна цвіль – викликає побуріння кореневої системи та країв листків, що впливає на якість продукції. Для боротьби з даною хворобою пропонується збільшити вміст кальцію у маточному розчині, а також суворо дотримуватись температури живильного розчину.

Серед основних шкідників салатів можна виділити: різновиди тлі, що висмоктують з рослин сок, спричиняючи сильне в'янення рослин. Крім того, тля виділяє сахаристі речовини, що сприяють розвитку «сажистого» гриба.

Основними методами боротьби з тлею є агротехнічні методи, до яких можна віднести – знищення бур'янів навколо теплиці, хімічні способи та біологічні методи – використання ентомофагів таких, як афідид, клопів, пікромеруа, макролоуса.



Рис. 2.2. Робота ентамофага афидиїд над тлею (ПНУ, 6.05.2020)

Білокрилка теплична – основний шкідник всіх тепличних культур. Зашкоджують рослинам абсолютно всі стадії шкідника від личинки до імаго. Окрім шкідливого впливу на рослину даний шкідник є збудником вірусних захворювань рослин. Основними методами боротьби є хімічний метод та біологічний, що базується за застосуванні різних видів ентамофагів.

Висновки до розділу 2.

1. Теплиця Поліського національного університету є найбільш досконалою базою для проведення досліджень в середовищі захищеного ґрунту, що має всі необхідні засоби контролю параметрів мікроклімату та різні види контрольованих систем зрошення.
2. В якості досліджуваних культур були обрані салати та різні види зелені, що маю короткий цикл дозрівання, а отже яскраво показують короткий вплив різних факторів на реакцію рослин.
3. Протягом досліджень різні фактори змінювались в широких діапазонах, що дало змогу знайти та вдосконалити технології, що є найбільш придатними в умовах захищеного ґрунту.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГРУНТУВАННЯ

3.1. Вплив технологій вирощування на продуктивність салатів.

При використанні різних технологій вирощування салатів спостерігалась тенденція до пришвидшеного рослу рослин на початкових стадіях у касетах (40 комірок), при однаковій рецептурі та періодичності поливів, що може бути пояснене збільшеною кількістю торфо-суміші наявній в комірці, яка слугує запасом поживних речовин в період нерозвиненої кореневої системи. Але після 10 дня посіви вирівнюються і приріст листяної маси на салатній лінії значно зростає, що пояснюється швидким першочерговим розвитком кореневої системи при вирощуванні на салатній лінії (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Графік зміни ваги листяної маси при різних технологіях вирощування салатів.

Таким чином, товарна продукція (150 гр зеленої маси) на салатній лінії досягається на 20...21 день вирощування, а при вирощуванні в касеті на 22...23 день, що збільшує витрати на виробництво та зменшує річний вихід готової продукції.



Рис. 3.2. Рукола сорту «Либідь», вирощування на салатній лінії (15 день).

Крім цього при вирощуванні на касеті спостерігалось буяння продукції, що пояснюється браком місця для нормального росту рослин, а також слаборозвинена коренева система.

3.2. Обґрунтування складу маточних розчинів при гідропонному вирощуванні салатних культур.

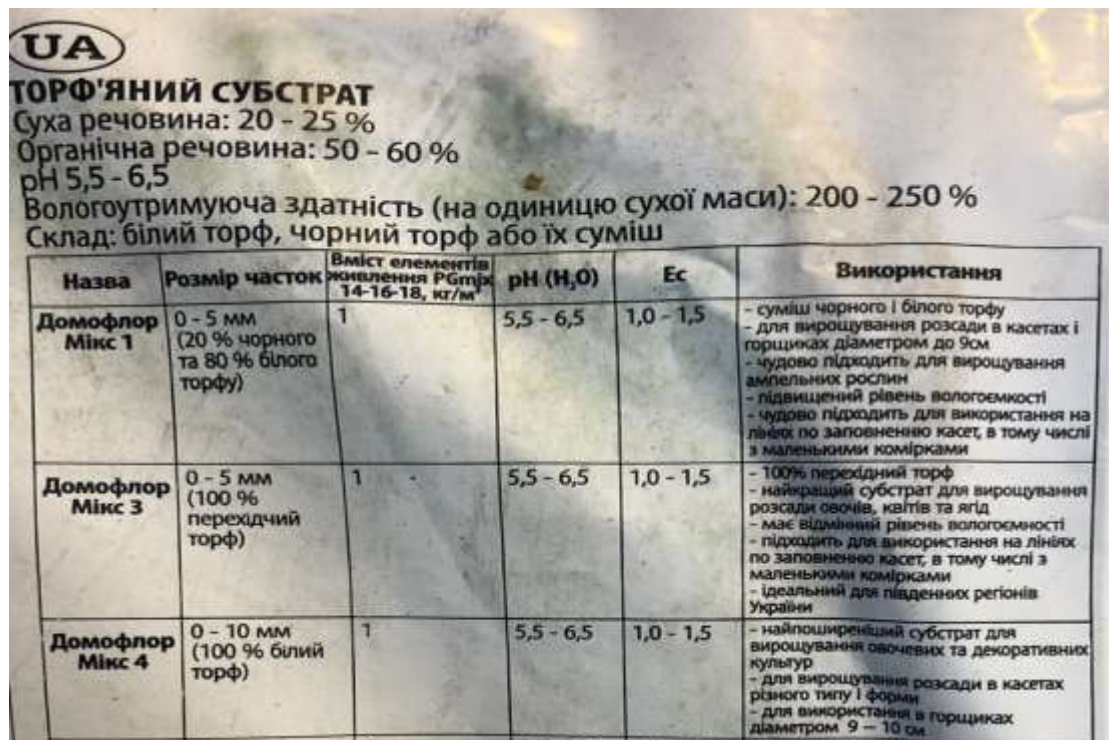
Проаналізувавши вплив параметрів мікроклімату на ріст та розкриття потенціалу рослин, слід звернути увагу на забезпечення рослин всіма необхідними макро- та мікроелементами, що є надзвичайно важливими для росту рослин. При використанні гідропонним методом салатів та пряних культур основним джерелом надходження до рослини поживних речовин є приготований маточний розчин, який включає в себе базову поливну воду та розчинені в ній мінеральні або органічні добрива [13,14].

Для приготування даного розчину необхідно знати вміст основних хімічних елементів у базовій поливній воді та також її кислотність. Крім цього у процесі росту та розвитку салатних культур потреба в тому чи

іншому елементів може бути відмінна, що також залежить і від параметрів мікроклімату у конкретній фазі розвитку рослини. Це призводить до необхідності корегування маточного розчину.

Приготування живильного розчину відбувається шляхом розчинення необхідних мінералів у воді і доведення рН до величини 5,5-6,0. Електропровідність розчину в осінньо-зимовий період повинна становити 2,0 - 2,2 мСм/см, а навесні-влітку вона становить 1,2 - 1,7 мСм/см, в залежності від освітленості і температурних режимів [18]. Позагрунтове вирощування дозволяє повністю контролювати живлення рослин. Для контролю раціону необхідно періодично аналізувати поживний розчин і стежити за щоденними показаннями рН і ЕС і при необхідності вводити корекції на макро і мікроелементи. Необхідно кожні три тижні міняти поживний розчин з дренажного басейну, так як в ньому накопичується сірка і залишки субстрату [18].

У відповідності до стану рослин, які були вирощені на субстраті (рис.3.3)



UA
ТОРФ'ЯНИЙ СУБСТРАТ
 Суха речовина: 20 - 25 %
 Органічна речовина: 50 - 60 %
 рН 5,5 - 6,5
 Вологоутримуюча здатність (на одиницю сухої маси): 200 - 250 %
 Склад: білий торф, чорний торф або їх суміш

Назва	Розмір часток	Вміст елементів живлення РGm/lx 14-16-18, кг/м	рН (H ₂ O)	Ес	Використання
Домофлор Мікс 1	0 - 5 мм (20 % чорного та 80 % білого торфу)	1	5,5 - 6,5	1,0 - 1,5	- суміш чорного і білого торфу - для вирощування розсади в касетах і горщиках діаметром до 9см - чудово підходить для вирощування ампельних рослин - підвищений рівень вологості - чудово підходить для використання на лінійках по заповненню касет, в тому числі з маленькими комітками
Домофлор Мікс 3	0 - 5 мм (100 % перехідний торф)	1	5,5 - 6,5	1,0 - 1,5	- 100% перехідний торф - найкращий субстрат для вирощування розсади овочів, квітів та ягід - має відмінний рівень вологості - підходить для використання на лінійках по заповненню касет, в тому числі з маленькими комітками - ідеальний для південних регіонів України
Домофлор Мікс 4	0 - 10 мм (100 % білий торф)	1	5,5 - 6,5	1,0 - 1,5	- найпоширеніший субстрат для вирощування овочевих та декоративних культур - для вирощування розсади в касетах різного типу і форми - для використання в горщиках діаметром 9 - 10 см

Рис. 3.3. Торф'яний субстрат для вирощування салатних культур та прямих трав

Та проведеної листкової діагностики зеленої маси руколи в умовах лабораторії Поліського національного університету (рис.3.4) та на основі отриманих результатів аналізу води (рис.3.5) була розроблена система живлення салатних культур та прямих трав, на основі мінеральних добрив торгової марки Yara - провідного виробника комплексних рішень для живлення сільськогосподарських культур, в залежності від мікроклімату внутрішнього середовища культиваційної споруди захищеного ґранту та в умовах зимової теплиці Поліського національного університету.

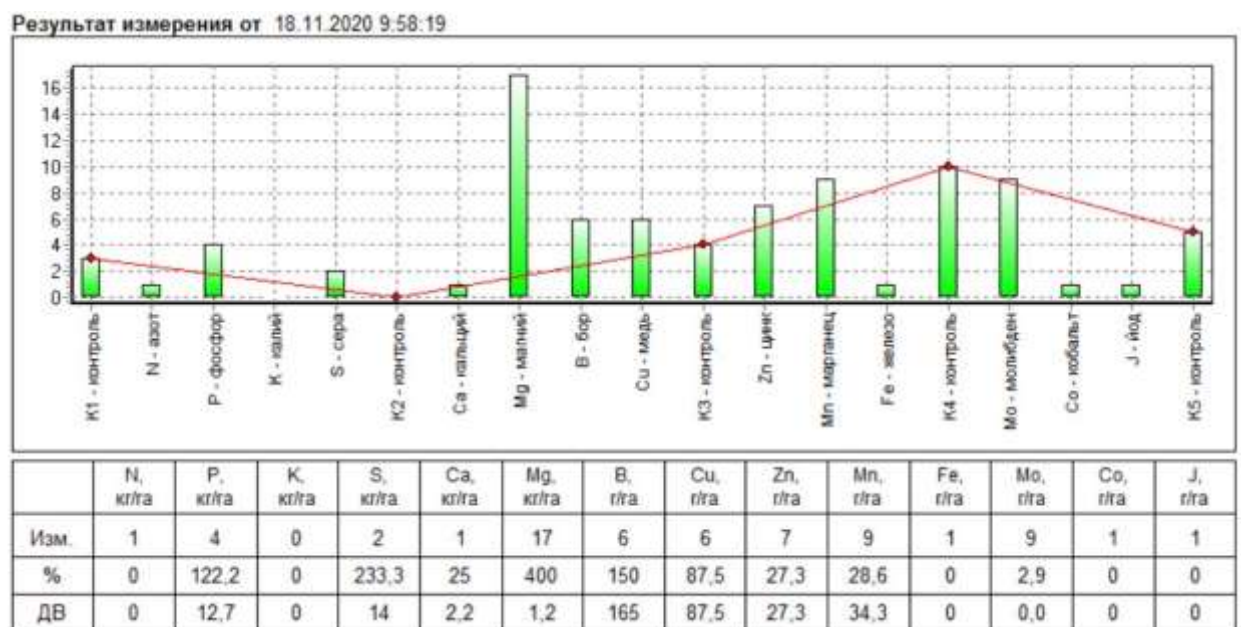


Рис. 3.4. Листкова діагностика зеленої маси руколи в умовах лабораторії Поліського національного університету.

Листкова діагностика дає можливість виявити потребу рослин в мікро- та макроелементах у конкретний час, що дає змогу коригувати маточний розчин, і як наслідок, поліпшувати якість продукції та найповніше використовувати потенціал рослини.

аналіз: 10.11.2020

	pH	ЕС	mmol/l										micromol/l				
			катіони					аніони									
			N-NH4	K	Na	Ca	Mg	N-NO3	Cl	SO4	HCO3	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu
Вода-теплиця Поліського національного університету	6,9	0,59 В!	0,01	1,54 В!	1,37	1,92	0,74 В!	0,07	0,007	0,32	3,5	0	16,5 В!	0,23	0,82	-	0,13
допустимо	7,5	<0,5		1	<1,5	2	0,5	1	<1,5	1,5	<4	0,5	10	10	5	25	2

Рівні: Н - низький; В - високий; ! - за межами вирощування

Висновок: Вода поганої якості. Високі рівні К, Mg, Fe.

Рис. 3.5. Аналіз якісних та кількісних показників води для зрошення сільськогосподарських культур.

Обґрунтована та збалансована система живлення салатних культур та прямих трав (при гідропонному методі їх вирощування), на основі мінеральних добрив торгової марки Yara полягає у наступному:

Маточні ємкості:

Розмір баку – 1000 л

Концентрація 1х 100 (1% розчин)

Бак А

- YaraTera Calcinit – 97 кг
- YaraTera Krista K Plus (нітрат калію) – 13 кг
- YaraTera Rexolin ABC – 0,9 кг
- YaraTera Rexolin D12 (хелат заліза) – 2 кг

Бак В

- YaraTera Krista K Plus (нітрат калію) – 48 кг
- YaraTera Krista SOP (сульфат калію) – 17 кг
- YaraTera Krista МКР (монокалійфосфат) – 19 кг
- YaraTera Krista MgS (сульфат магнію) – 25 кг

- YaraTera Krista MAP (моноамонійфосфат) – 1 кг
- Folicare 12-0-38 – 4 кг

Скорегована методика вирощування салатних культур та пряних трав, покращила якісні та кількісні показники продукції рослинництва у відповідності до значень параметрів мікроклімату у спорудах захищеного ґрунту Поліського національного університету.

3.3. Дослідження продуктивного фотосинтезу рослин від параметрів мікроклімату.

Особливості фізіологічних процесів рослин залежать не тільки від кількості світла, а і від його якості. Протікання фізіологічних процесів у рослині пов'язане з продуктивністю рослин. В фотоморфогенезі дуже важливо співвідношення червоного та синього спектру. Червоний спектр займає досить широку область, а отже і червоний спектр з різною довжиною хвилі здійснює різний вплив на фізіологічні процеси. Все це впливає на ріст і розвиток рослин.



Рис. 3.6. Використання LED світильників червоного та синього спектрів
(Поліський національний університет)

Використання світлодіодних випромінювачів дало можливість провести нові дослідження по впливу на фізіологічні процеси при випромінюванні вузького спектра. Проводилось вивчення впливу ділянок червоного спектра на морфогенез руколи (*Eruca sativa* L.) і на його продуктивні процеси.

Вибір об'єкта пов'язаний з особливою пластичністю даної рослини. Воно швидко реагує на зміну спектрального складу освітлення. У руколи є безліч сортів, що відрізняються один від одного.

Об'єктами дослідження стали п'ять сортів руколи: Грація, Триція, Агрис, Либідь, Сицилія.

Вирощування рослин виконувалося на верховому торфі, який попередньо був приведений до нейтральної реакції і заправлений набором поживних речовин. Для посадки використовувалися вегетаційні судини, що мають обсяг 0,5 літра. Висаджувалися рослини по чотири примірники у кожній посудині. В якості контролю виступали рослини, вирощувані в оранжереї при природному освітленні. Дослід проводився з використанням штучного світла з заздалегідь підібраним спектральним складом з червоних і синіх ділянок спектра.

Створювався таке світло світло-випромінювальними діодами (СВД). У проведенні досвіду використовувалося штучне освітлення трьох варіантів. У всіх трьох кількість синіх променів було однаковим і становило двадцять п'ять відсотків, а сукупність червоних променів у всіх трьох варіантах відрізнялася (див. Табл. 3.1).

Вирощування рослин здійснювалося до технологічної зрілості, яка наступала в фазу кущіння. Протягом всього періоду індивідуального розвитку виконувалися спостереження за процесами росту і особливостями розвитку об'єктів. Для цього з певною періодичністю проводились заміри висоти рослин, визначалася площа і питома поверхнева щільність (ППЩ) листя, особливості розгалуження, кількість фотосинтетичних пігментів (хлорофілів і каротиноїдів), а також накопичення біомаси сухої і сирої. Була виконана п'ятиразова біологічна 3 – 4-разова повторність дослідів.

Таблиця 3.1 – Накопичення наземної маси та вплив на неї світла

Сорт руколи	Конт- роль	Варіант досвічування, СВД 460-620- 660 Нм (%) 25-75-0	Варіант досвічування, СВД 460-620- 660 Нм (%) 25-0-75	Варіант досвічування, СВД 460-620- 660 Нм (%) 25-25-50
Триція	21,1±0,5	23,4±0,5	7,3±0,1	32,5±0,7
Грація	10,6±0,4	9,8±0,1	4,5±0,1	11,7±0,2
Либідь	19,8±0,5	15,4±0,4	7,1±0,2	20,8±0,4
Сицилія	16,9±0,3	15,1±0,3	13,1±0,4	22,6±0,9
Агрис	18,9±0,8	14,1±0,2	4,6±0,1	23,6±0,6

Проведені експерименти дозволили встановити, що на характер фізіологічних процесів руколи істотно впливає якість червоного світла. При збільшенні кількості короткохвильового випромінювання червоної частини спектра на початкових етапах розвитку листовий апарат у зеленолитовій масі формувався швидше. Особливо помітно це виявлялося у сорту Либідь. На наступних етапах відмінності ставали менш суттєвими. Але до кушіння рослини даного сорту, які вирощувалися при світлі з короткохвильовою червоною складовою, накопичували біомасу не гірше, ніж контрольні варіанти, вирощувані при природному освітленні.



Рис. 3.7. Загальний вигляд куща руколи сортів «Либідь» (зліва) та «Грація» (зправа), Поліський національний університет (15 день).

Деякі сорти руколи (Грація, Сицилія) на перших етапах розвитку росли повільніше. Червоне короткохвильове світло пригнічувало розвиток проростання. Однак до етапу кущіння ці рослини, вирощувані при короткохвильовому і змішаному червоному освітленні, мали асиміляційну поверхню, яка перевершила аналогічні показники у контрольних варіантів на 40 – 90%. Але всі сорти рослин в таких умовах втратили характерне забарвлення і придбали зелений відтінок «тіньових листків».

Довгохвильове червоне світло діяло гнітюче на всі сорти руколи. Жодне з досвідчених рослин не дійшло до фази кущіння, а листова поверхня була істотно менше.



Рис. 3.8. Технологія вирощування руколи сорт «Грація» в касеті 40 комірок, Поліський національний університет (12 день).

Фаза технічної зрілості (кущіння) визначалася за контрольними рослинам. Велика частина об'єктів, що досвічувалися короткохвильовими і змішаними променями червоного спектра, закущилася спільно з контрольними рослинами. Відставання спостерігалось тільки у руколи сорту Грація, вирощуваного в змішаному червоному спектрі. кущитися стали тільки тридцять відсотків від усіх дослідних екземплярів даної групи.

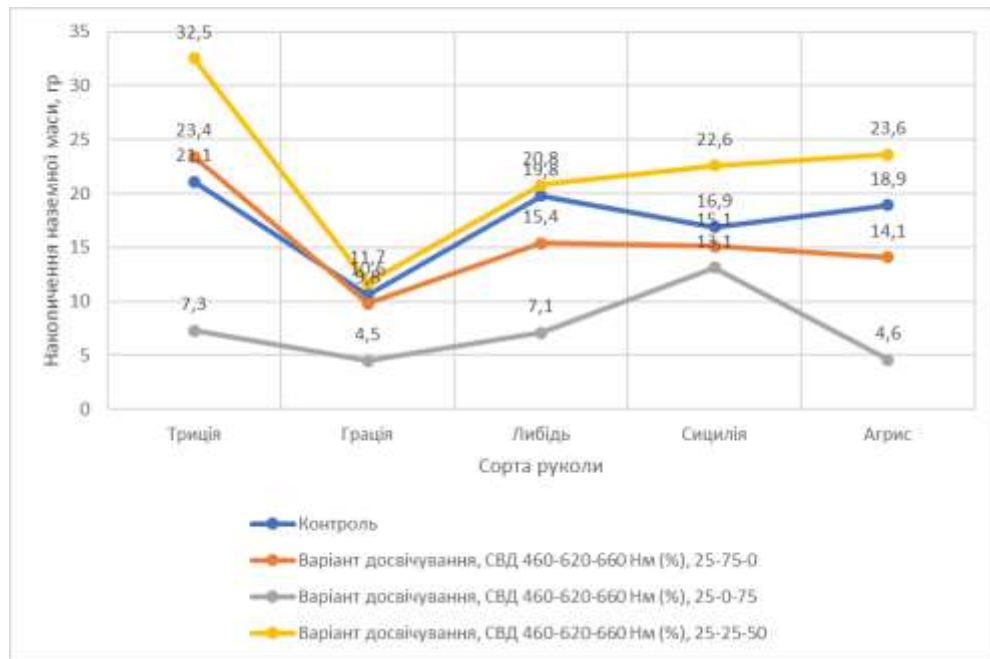


Рис. 3.9. Зміна приросту зеленої маси залежно від способів досвічування.

При аналізі біометричних показників врожайності виявлено перевагу червоного кольору змішаного спектру перед короткохвильовим. Окреме застосування короткохвильового і довгохвильового червоного кольору призводило до пригнічення рослин і зниження біомаси. Довгохвильове світло діє більш гнітюче, біомаса накопичувалася в п'ять разів повільніше, ніж в контрольному зразку.



Рис. 3.10. Кінцева продукція руколи на салатній лінії (сорт «Либідь»).

Два сорти Грація та Агрис дали перевищення біомаси при впливі світла змішаного спектра в порівнянні з контролем. Але спостерігалось погіршення якості продукції: зменшення фотосинтезуючих пігментів, вторинних метаболітів, наприклад, ефірних масел.

3.4. Економічна ефективність вирощування руколи на салатних лініях.

Для економічного розрахунку вирощування руколи необхідно визначити всі витрати пов'язані з виробництвом, до яких належить: витрати на насіння, мінеральні добрива, витрати на підігрів теплиці та витрати на електроенергію. Також слід врахувати витрати на пакування та інші.

Одним з основних показників ефективності виробництва є собівартість продукції, а також критерій рентабельності виробництва. При цьому слід врахувати урожайність культури та кількість річних циклів виробництва.

В основу розрахунку економічної ефективності лягли дані виробництва руколи в теплиці Житомирського національного агроекологічного університету. До вихідних даних відносяться:

- Кількість жолобів салатної лінії – 250 шт;
- Кількість рослин в одному жолобі – 15 шт.
- Тривалість вирощування рослин – 30...31 день, враховуючи строки проростання насіння та перебування у розсадному відділенні.
- Загальна площа салатної лінії – 220 м².
- Вага готової продукції (зелена маса) – 150...160 гр.

Провівши відповідні розрахунки з трьох технологій відповідно до схеми дослідів, отримали дані які лягли в основу економічного розрахунку.

Результати економічної ефективності вирощування руколи наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2. Економічна ефективність вирощування руколи за трьома технологіями в теплиці Поліського національного університету (2019-2020).

№ з/п	Технологія вирощування	Продуктивність, шт/м ²	Вартість отриманої продукції, тис. грн./м ²	Витрати на вирощування, тис. грн./м ²	Собівартість, тис.грн./м ²	Чистий прибуток, тис. грн./м ²	Рівень рентабельності, %
1.	Посів в горщики Ø 54 мм для сходження та проростання з подальшим встановленням на салатну лінію (верхній полив, чиста вода)	267	4,806	1,532	5,74	3,274	68
2.	Посів в горщики Ø54 мм і встановлення у касети на 40 комірок (до стадії справжніх листків – верхній полив, чиста вода, в подальшому – методом підтоплення)	196	3,528	1,112	5,67	2,416	68
3.	Посів в касети на 40 комірок (до стадії справжніх листків – верхній полив, чиста вода, в подальшому – методом підтоплення)	140	2,52	0,985	7,04	1,535	61

Аналіз економічної ефективності показав, що при використанні технологій з використанням касет зменшує витрати на виробництво на 40...50%. Це пояснюється зменшення витрат праці при даних технологіях та зменшення кількості циклів поливів.

Але тут слід відзначити, що продуктивність технології з використанням салатної лінії порівняно з іншими технологіями зросла на 27...48%.

Ряд витрат є постійними для кожної технології. До них можна віднести витрати на освітлення, підігрів теплиці, витрати на торфо-суміш, витрати на насіння і т.д.

Таким чином річний прибуток, що може бути отриманий при використанні салатної лінії 3274 грн/м², що в умовах Поліського національного університету складе 654 800 грн.

Висновки до 3 розділу.

1. Проаналізовано приріс листової маси сортів руколи при різних технологія виробництва. з'ясовано, що найкращі результати отримані при вирощуванні на салатній лінії. Приріс листової маси при однакових строках вирощування збільшився на 8...10%.
2. Проаналізовано хімічний склад поливної води на базі якого створена рецептура маточного розчину для вирощування салатів та пряних культур на базі водорозчинних добрив Yara.
3. Досліджено вплив мікро- та макроелементів маточного розчину на ріст рослин за допомогою листової діагностики та проведені відповідні коригування маточного поливного розчину.
4. Досліджено вплив досвічування рослин з використанням LED світильників червоного та синього спектру. З'ясовано, що найкращі результати показав варіант досвічування, СВД 460-620-660 Нм (%), 25-25-50, що дав приріст продукції від 15...20%.

ВИСНОВКИ

При узагальненні даних досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Проведений аналіз літературних джерел показав, що використання захищеного ґрунту для виробництва сільськогосподарської продукції є пріоритетним напрямком, що дає змогу здійснювати повний контроль над умовами росту рослин.
2. Основними факторами, що впливають на продуктивність рослин в середовищі закритого ґрунту є мікроклімат, що підтримується в теплиці, а також системи досвічування рослин, що підвищують та розкривають потенціал рослин при дотриманні технологій вирощування.
3. Фотозинтезуючі процеси у рослині значною мірою залежать від умов, в яких рослина перебуває, що пояснює високу продуктивність рослин при повному контролі мікроклімату в теплиці.
4. Формування врожаю залежить від маточного розчину, який в свою чергу потребує корегування залежно від якості базової води, що використовується в господарстві, на основі якого підбирається та формується рецептура добрив, що дозовано подаються рослинам.
5. В якості основних спектрів освітлення для формування врожаю, рослинам необхідні червоний та синій відповідних довжин хвиль, що підвищує урожайність культур та поліпшує їх якість.
6. Проведення листкової діагностики дає змогу оперативно впливати на зміну засвоюваності рослиною хімічних елементів маточного розчину та проводити відповідні корегування в рецептурі зрошення.
7. Використання салатних ліній в якості основного технологічного обладнання для виробництва салатів та пряний культур дає змогу підвищити урожайність культур, при цьому скоротити вегетаційний період до 21...23 днів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Алиев Э.А. Выращивание овощей в гидропонных теплицах. – 2-е изд., доп. и перераб. – К.: Урожай, 1985. – 160 с.
2. Белогубова Е.Н. Современное овощеводство закрытого и открытого грунта: Учеб. Пособие / Е.Н. Белогубова, А.М. Васильев, Л.С. Гиль. – К: Киевская Правда, 2006. – 528 с.
3. Бодров В. И. Комплексная система снятия перегрева в теплице в теплый период года / В. И. Бодров, И. В. Баулина, М. А. Абазалиева. – М., 1992. – 15 с.
4. Бойко А. І. Проблеми забезпечення надійності технологічного обладнання при вирощуванні продукції захищеного ґрунту в АПК України / А. І. Бойко, В. М. Савченко, В. В. Крот // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. – 2016. – № 6. – С. 200-203.
5. Бойко А.І. Проблеми надійності тепличного обладнання / А.І. Бойко, В.М. Савченко, В.В. Крот// Зб. тез доп. XVII Міжнар. Наук.-практ. «Сучасні проблеми землеробської механіки» (17–18 жовтня 2016 року) присвячену 116-річчю з дня народження академіка Петра Мефодійовича Василенка – Суми: СНАУ, 2016. – С. 143-144.
6. Бойко А.І. Резервування як ефективний метод забезпечення надійності складної сільськогосподарської техніки/ А.І. Бойко, О.В.Бондаренко, В.М. Савченко // Техніка та технології АПК. – 2013. – №5. – С. 19-21.
7. Лисенко В. П. Керування процесом вирощування томатів з урахуванням рівня сонячної радіації та стану рослини / В. П. Лисенко, Т. І. Лендел // Енергетика та комп'ютерно-інтегровані технології в АПК. – 2017. – № 1. – С. 96-98.
8. Гіль Л.С., Пашковський А.І., Суліма Л.Т. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту. Ч.1. Закритий ґрунт. Навчальний

осібник. – Вінниця: Нова Книга, 2008. – 368 с.

9. Егiazаров А. Г. Термодинамические процессы обработки воздуха при работе систем водоаэрозольного охлаждения / А. Г. Егiazаров, В. И. Бодров, М. А. Абазалиева. – М., 1992. – 13 с. – Деп. в ВПИИПТПИ, № 11221.

10. Ключка Е.П. Облучательная установка для выращивания рассады томатов в сооружениях защищенного грунта: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве (по техническим наукам) / Ключка Е.П. – Зерноград, 2011. – 141 с.

11. Крот В. В. Дослідження технічного стану автоматизованих систем керування вологістю та охолодженням повітря при вирощуванні продукції захищеного ґрунту / В. В. Крот, В. М. Савченко // Підвищення надійності машин і обладнання : зб. тез доп. IX Всеукр. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих учених, 15–17 квіт. 2015. – Кіровоград : КНТУ, 2015. – С. 120–122.

12. Лебл Д. О. Проблемы регулирования микроклимата в условиях овощеводства защищенного грунта // Биологические основы промышленной технологии овощеводства открытого и закрытого грунта. – М.: ТСХА, 1982. – С. 43–49.

13. Міненко С. В. Аналіз залежності інтенсивності продуктивного фотосинтезу від режимів мікроклімату в індустріальних теплицях / С. В. Міненко, В. М. Савченко, В. В. Крот // Вісник ЖНАЕУ. – 2016. – № 1 (53), т. 1. – С. 270–276. 14

14. Міненко С. В. Класифікація способів зняття перегріву рослин в індустріальних теплицях / С. В. Міненко, В. М. Савченко, В. В. Крот // Вісник ЖНАЕУ. – 2016. – № 1 (53), т. 1. – С. 276–282.

15. Міненко С. В. Формальні моделі для регулювання мікроклімату в теплицях / В. М. Савченко, С. В. Міненко, О. А. Махов // Матеріали міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф., 16 березня 2013 р. – Тернопіль : Крок, 2013. – Ч. 2. – С. 87–89.

16. Ващенко С.Ф. Овощеводство защищенного грунта / С. Ф. Ващенко [и др.]. – М. : Колос, 1984. – 272 с.
17. Савченко В. Вплив шторних екранів на внутрішню температуру в теплицях / В. Савченко, С. Міненко // Зб. наук. пр. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. – 2012. – Вип. 16 (30), кн. 2. – С. 270–275. 18
18. Савченко В. М. Вплив культиваційних споруд та технологічних систем на параметри мікроклімату при вирощуванні продукції захищеного ґрунту / В. М. Савченко, В. В. Крот // Крамаровські читання : зб. тез доп. II Міжнар. наук.-техн. конф. (17–18 лютого 2015 р.) / Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. – К., 2015. – С. 121–122.
19. Савченко В. М. Стратегії контролю процесами мікроклімату в індустріальних теплицях / В. М. Савченко, С. В. Міненко, О. А. Махов // Зб. тез доп. VII Всеукр. Наук.-практ. Конф. студентів та аспірантів «Підвищення надійності машин і обладнання». – Кіровоград: КНТУ, 2013. – С. 48-50.
20. Савченко О.В., Савченко Л.Г. Дослідження залежності продуктивного фотосинтезу рослин від значень параметрів мікроклімату в культиваційних спорудах закритого ґрунту. Матеріали I Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції «Теорія і практика сучасної науки очима молоді», 26 березня 2020 р. Харків: ХНТУСГ, 2020. – С. 155-156.
21. Степанчук Г.В., Ключка Е.П., Пономарева Н.Е. Оптические электротехнологии переменного облучения растений в культивационных сооружениях: монография. – Зерноград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2013. – 208 с.
22. Офіційний сайт «Viemose DGS A/S» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://viemose-dgs.dk/ru/система-mgs/>. (Дата звернення 21.09.2020).
23. Офіційний сайт «Senmatic A/S» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.senmatic.com/horticulture/products/electronic-climate-controls/rtf-6-rtfc-7/>. (Дата звернення 21.09.2020).
24. Офіційний сайт «Senmatic A/S» [Електронний ресурс]. – Режим

доступу: <https://www.senmatic.com/horticulture/products/irrigation-fertilizer-mixers/>. (Дата звернення 21.09.2020).

25. Офіційний сайт ТОВ «Рійк Цваан Україна» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.rijkszwaan.ua/Знайти-свій-продукт/салат/>. (Дата звернення 25.09.2020).

26. Павлюк А. В. Аналіз сучасних систем освітлення в умовах захисного ґрунту// «Наукові студентські читання – 2016». Збірник матеріалів науково-практичної конференції студентів. Житомир. 2016. – 240 с. – С. 150-157.

ДОДАТКИ

Ольга Василівна САВЧЕНКО,

студентка Поліського національного університету (м. Житомир)

Науковий керівник – САВЧЕНКО Людмила Григорівна,

кандидат історичних наук, доцент кафедри Електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології Поліського національного університету (м. Житомир).

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ПРОДУКТИВНОГО ФОТОСИНТЕЗУ РОСЛИН ВІД ЗНАЧЕНЬ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ В КУЛЬТИВАЦІЙНИХ СПОРУДАХ ЗАКРИТОГО ҐРУНТУ

Як у світовій практиці, так і на Україні все більшого розвитку набуває вирощування сільськогосподарських культур в тепличних комплексах. Перевагою такого способу вирощування є незалежність процесів вегетації і отримання врожайності від зовнішніх природних умов і непередбачених їх змін. Однак для реалізації такого підходу необхідна побудова відповідних споруд – тепличних комплексів [1,2].

Головним призначенням комплексів є створення сприятливих умов для розвитку рослин. Враховуючи, що для нормального розвитку рослин необхідно виконання ряду першочергових умов, тепличний комплекс має в своєму складі ряд відповідних окремих систем, які функціонально пов'язані між собою таким чином, щоб в цілому задовольняти потреби культури [1, 2, 3].

У роботах [1, 2] проаналізовано вплив температури внутрішнього повітря, вологості, освітленості та спектра сонячної радіації на урожайність рослин при промисловому їх вирощуванні в умовах захищеного ґрунту. Дана характеристика сонячної інсоляції для регіонів де розміщені промислові тепличні комплекси.

У реальних умовах, при вирощуванні продукції захищеного ґрунту, сукупність оптимальних умов росту дотримати практично не вдається. Тому для забезпечення високих врожаїв, фізіологи рекомендують підтримувати в теплицях температурні режими для кожної фази росту культур.

У скляній теплиці в перехідний і теплий періоди, при високій інтенсивності сонячної радіації, спостерігається значне підвищення значень температури внутрішнього повітря. Зміну інтенсивності фотосинтезу в теплиці наведено на рис. 1. Аналіз залежності інтенсивності продуктивного фотосинтезу від мікроклімату культивацийних споруд є визначальним для розробки адаптованих технологій вирощування продукції закритого ґрунту в поєднанні з впровадженням ефективних інженерних засобів для створення оптимального агротехнічного середовища.

Продовження додатку А

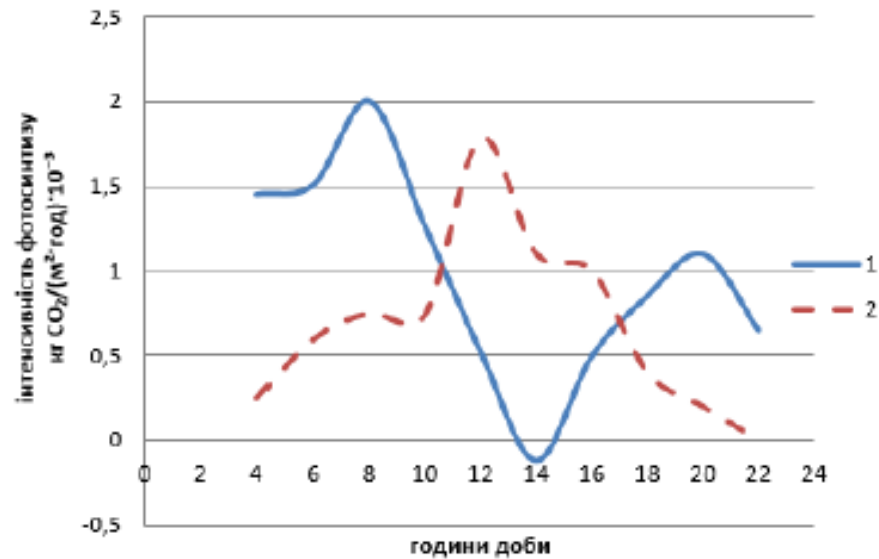


Рис. 1. Зміна інтенсивності фотосинтезу протягом дня в теплиці:
1 – в сонячний день; 2 – у похмурий день

Перспективою подальших досліджень є визначення залежності кількісних та якісних показників продукції рослинництва від технічної озброєності сільськогосподарських підприємств, зокрема від надійності технологічного обладнання. Це пов'язане з тим, що сонячне випромінювання є основним фактором, що впливає на процеси фотосинтезу в рослинах, але при цьому значно зростає кількість теплової енергії, яку отримує рослина, що негативно впливає на її ріст. Тому, використання інженерних систем керування мікроклімату є необхідним в середовищі закритого ґрунту, при цьому значення параметрів, повинні відповідати закону "мінімум - оптимум - максимум", що забезпечить високий рівень якості та продуктивності продукції тепличних комплексів.

Список посилань

8. Міненко С. В. Аналіз залежності інтенсивності продуктивного фотосинтезу від режимів мікроклімату в індустріальних теплицях / С. В. Міненко, В. М. Савченко, В. В. Крот // Вісник ЖНАЕУ. – 2016. – № 1 (53), т. 1. – С. 270–276.
9. Савченко В. М. Вплив культиваційних споруд та технологічних систем на параметри мікроклімату при вирощуванні продукції захищеного ґрунту / В. М. Савченко, В. В. Крот // Крамаровські читання : зб. тез доп. II іжнар. наук.-техн. конф., 3 квіт. 2013. – К. : НУБіП, 2013. – С. 72–74.
10. Міненко С. В. Класифікація способів зняття перегріву рослин в індустріальних теплицях / С. В. Міненко, В. М. Савченко, В. В. Крот // Вісник ЖНАЕУ. – 2016. – № 1 (53), т. 1. – С. 276–282.

ГІГІЄНИЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ МІКРОКЛІМАТУ В ТЕПЛИЦІ НА ВИРОБНИЧИЙ ПЕРСОНАЛ

*Савченко О. В., студентка Поліського національного університету
(м. Житомир).*

*Савченко Л. Г., кандидат історичних наук, доцент кафедри
електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної
екології*

*Поліського національного університету
(м. Житомир).*

Підвищення рівня продовольчої безпеки в світі, і зокрема в Україні, тісно пов'язане з використанням теплиць та тепличних комплексів, які дозволяють отримати товарну продукцію в період, коли відкритий ґрунт не в змозі того зробити. Особливо актуальним дане питання стоїть в останні роки, коли погодні умови, якими ми не можемо керувати, різко змінюються впливаючи на врожай.

В роботах [1,2,3] для різних технологій вирощування розглянуті питання збереження якісних показників рослин та підвищення їх продуктивності в залежності від мікроклімату всередині культиваційних споруд. У виробничому циклі найбільший час займають роботи з вирощування розсади, формування рослин, збору врожаю та догляду за рослинами. У цей період в теплицях підтримується специфічний, штучно створюваний температурно-вологісний режим, який характеризується відносно постійними підвищеними рівнями температури і вологості повітря. Роботи з видалення рослинної маси, зачистки і обробки теплиць виконуються два рази на рік і тривають від 5-10 днів до одного місяця на рік і проводяться при відкритих дверних отворах і не працюючих системах підтримки параметрів мікроклімату.

Однією з відмінних особливостей технології вирощування овочів в умовах закритого ґрунту є специфічний температурно-вологісний режим, який характеризується підвищеними значеннями температури, відносною вологістю і низькою рухливістю повітряного середовища [4]. Результати досліджень [5,6] показали, що основною особливістю умов праці виробничого персоналу в усі періоди робіт виявилися несприятливі мікрокліматичні умови. Найбільш несприятливі мікрокліматичні умови відзначаються в літній період, коли температурно-вологісний режим залежить від інтенсивності сонячної радіації, що досягає 1600-1880 Ккал /

м² на годину, змінюючись відповідно погодних умов. Так, в теплий період року (при температурі зовнішнього повітря + 20-24° С) температура повітря в приміщеннях перевищувала допустимі значення. Найбільші перевищення (на 4-8° С) зареєстровані в період догляду за рослинами і збирання врожаю. Значення індексу теплового навантаження середовища (ТНС-індексу), що відображає поєднаний вплив температури повітря, швидкості його руху і вологості на теплообмін людини з навколишнім середовищем, в цей період робіт перевищували допустимі від 2,3 до 3,0 °С.

Таким чином, протягом усього циклу вирощування овочів в умовах закритого ґрунту виробничий персонал піддається впливу нагріваючого мікроклімату. Гігієнічна оцінка умов праці за параметрами мікроклімату в період вирощування і висадки розсади, формування рослин відповідала шкідливості 1-го ступеня (клас 3.1), в період догляду за рослинами і збирання врожаю і видалення рослинної маси - шкідливості 3-го ступеня [5,6]

Нагріваючий мікроклімат (підвищені температури повітря, висока вологість і обмежена його рухливість) протягом робочої зміни в поєднанні з високою фізичною активністю мають несприятливий вплив на формування теплового стану виробничого персоналу.

Список бібліографічних посилань

8. Міненко С. В. Автоматизація екологобезпечної технології поливу рослин прилив-відлив в середовищі захищеного ґрунту / С. В. Міненко, В. М. Савченко // Органічне виробництво і продовольча безпека : [зб. доп. учасн. VI Міжнар. наук.-практ. конф.]. – Житомир : О. О. Євенок, 2018. – С. 263–267.
9. Міненко С. В. Аналіз залежності інтенсивності продуктивного фотосинтезу від режимів мікроклімату в індустриальних теплицях / С. В. Міненко, В. М. Савченко, В. В. Крот // Вісник ЖНАЕУ. – 2016. – № 1 (53), т. 1. – С. 270–276.
10. Савченко В. М. Вплив культивацийних споруд та технологічних систем на параметри мікроклімату при вирощуванні продукції захищеного ґрунту / В. М. Савченко, В. В. Крот // Крамаровські читання : зб. тез доп. II міжнар. наук.-техн. конф., 3 квіт. 2013. – К. : НУБіП, 2013. – С. 72–74.

11. Міненко С. В. Класифікація способів зняття перегріву рослин в індустриальних теплицях / С. В. Міненко, В. М. Савченко, В. В. Крот // Вісник ЖНАЕУ. – 2016. – № 1 (53), т. 1. – С. 276–282.
12. Савченко Л. Г. Дослідження рівня виробничого травматизму та профзахворюваності при вирощуванні продукції рослинництва в умовах відкритого та захищеного ґрунту України/ Л. Г. Савченко, В. М. Савченко// Вісн. Харківського нац. техн. ун-ту сільського госп-ва ім. П. Василенка. — 2017. - Вип. 180. - С. 160-168.
13. Савченко Л. Г. Гігієнічна оцінка впливу технічного стану систем керування вологісними та температурними режимами в теплиці на виробничий персонал/ Л. Г. Савченко, В. М. Савченко, С.В.Міненко // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. - 2018. - № 11. - С. 280-284.

Додаток В

Під байєсівською моделлю O для змінних W ми маємо на увазі специфікацію спільної ймовірності змінних, тобто специфікацію всіх залежностей та базових ймовірностей. Припустимо, що з огляду на модель O , дані навчання про W не дають додаткової інформації. З точки зору ймовірностей, запишемо:

$$p(W|O, X, I) = p(W|O, I) \quad (3)$$

Для порівняння запропонованого методу в магістерській роботі з методами, де модель O^* оцінюється на основі навчальних даних X , ми досліджуємо, наскільки $p(W|O^*, I)$ наближається до $p(W|X, I)$, та з урахуванням яких умов виходить рівність. Почнемо з маргіналізації над усіма ймовірнісними моделями O ,

$$p(W|X, I) = \int p(W|X, O, I) f(O|X, I) dO = \int p(W|O, I) f(O|X, I) dO. \quad (4)$$

В даній роботі при складанні ймовірнісного плану, коли ми використовуємо певну модель O^* , ми робимо припущення:

$$f(O|X, I) = \delta(O - O^*), \quad (2.5)$$

де $\delta(x)$ – розподіл з усією масою ймовірності, сфокусованою в $x = 0$. За припущенням (2.5) рівняння (4) стає:

$$p(W|X, I) = p(W|O^*, I). \quad (2.6)$$

Коли розподіл $f(O|X, I)$ вузький, а маса ймовірності сфокусована замкнена до O^* , (5) є гарним наближенням. Це відбувається, наприклад, коли одна модель набагато вірогідніша за всі інші. Однак (5) може бути надто вагомим припущенням. Особливо, коли дані про навчання недостатньо, а попередні знання про структуру невідомі $f(O|X, I)$ і як правило широкі.

Перед застосуванням байєсівської моделі у процесі діагностування дизельних двигунів, нам потрібно більш детально визначити, що ця модель включає.

Припустимо, що існує N дискретних змінних w_i , $i = 1, \dots, N$. Необхідно визначити наскільки ймовірно, що змінні приймають певні значення, враховуючи поточний стан знань. Тобто визначити:

$$p(w_1, w_2, \dots, w_N | I), \quad (7)$$

За допомогою правила добутку розподіл ймовірностей (7) можна записати:

$$p(w_1, w_2, \dots, w_N | I) = \prod_{i=1}^N p(w_i | w_1, \dots, w_{i-1}, I). \quad (8)$$

У байєсівській моделі O зазначено, яка саме змінна $w_1, \dots, w_{i-1}$ дійсно впливає на ймовірність w_i , тобто від яких змінних w_i залежить. Використовуючи позначення $P_a(w_i)$ для підмножини змінних $w_1, \dots, w_{i-1}$, від яких w_i залежить. Враховуючи модель O , спільну ймовірність змінних можна записати:

$$p(w_1, w_2, \dots, w_N | O, I) = \prod_{i=1}^N p(w_i | P_a(w_i), O, I). \quad (9)$$

Це дає точний спосіб обчислення всіх ймовірностей. Досить часто залежність від моделі O не наводиться, а передбачається, що вона включена у довідкову інформацію I .

Представлена загальна методика байєсівське моделювання, що дозволяє здійснювати опис реального світу в байєсівських рамках, тобто зі змінними, які описуються розподілом ймовірностей, а також зв'язками та залежностями між змінними. Даний метод визначення ймовірнісних подій запропоновано покласти в основу розробленої системи діагностування дизельних двигунів.

71. О.В. Савченко, Житомирський національний агроекологічний університет ВПЛИВ ЗНАЧЕНЬ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ НА ТЕХНОЛОГІЮ ВИРОЩУВАННЯ САЛАТІВ ТА ПРЯНИХ ТРАВ В УМОВАХ ЗАХИЩЕНОГО ҐРУНТУ

У роботах [1,2] проаналізовано вплив температури внутрішнього повітря, вологості, освітленості та спектра сонячної радіації на урожайність рослин при промисловому їх вирощуванні в умовах захищеного ґрунту.

Приготування живильного розчину відбувається шляхом розчинення необхідних мінералів у воді і доведення рН до величини 5,5-6,0. Електропровідність розчину в осінньо-зимовий період

Продовження додатку В

повинна становити 2,0 - 2,2 мСм/см, а навесні-влітку вона становить 1,2 - 1,7 мСм/см, в залежності від освітленості і температурних режимів. Позагрунтове вирощування дозволяє повністю контролювати живлення рослин. Для контролю раціону необхідно періодично аналізувати поживний розчин і стежити за щоденними показаннями рН і ЕС і при необхідності вводити корекції на макро і мікроелементи. Необхідно кожні три тижні міняти поживний розчин з дренажного басейну, так як в ньому накопичується сірка і залишки субстрату.

При складанні концентратів поживних розчинів необхідно до уваги приймати наступне:

- салат і пряні трави не постійно засвоюють поживні речовини від розчину під час росту. Це залежить від розміру рослини, ступеню освітленості, температури і вологості всередині теплиці. Зимом салат засвоюють N і K швидше, оскільки зростання прискорюється. Швидкість засвоєння Ca постійна.

- влітку спостерігаються опіки країв листя рослин (в основному на молодому листі) через нестачу споживання кальцію, так як вага надземної маси більше підземної і корінь не встигає споживати кальцій в необхідних кількостях. Для зменшення відсотка опіків збільшують час роботи системи водовипарного охолодження (відносна вологість повітря не повинно бути меншою за 40%), а за два тижні роблять кореляцію гідропонічного розчину використовують стійкі до опіків гібриди;

- взимку при низьких нічних температурах (нижче + 10⁰ C), високій вологості, низькій температурі гідропонічного розчину (нижче 10⁰ C) також відбуваються масові опіки;

- при надлишку азоту збільшується вміст нітратів в салатних продуктах;
- при дефіциті азоту погано засвоюється кальцій;
- дефіцит кальцію розвиває бактеріальну гниль і відбувається побуріння країв листя;
- при надлишку калію погано засвоюється кальцій
- при дефіциті фосфору виникає проблема надмірного росту і пошкодження країв листя.

Як бачимо, салатні культури дуже вимогливі до складу поживних речовин, але не переносять високих концентрацій маточного розчину. Для салатів рекомендується наступний вміст необхідних поживних речовин:

взимку: N-180, P 50-60, K-360, Mg -35, Ca 95-100

влітку: N-120, P 45-55, K-220, Mg -35, Ca 85-100

В роботі [3] розглянуті питання необхідного рівня освітленості та контролю температурними і вологісними режимами повітря в умовах захищеного ґрунту. Протягом усього періоду росту рослина освітлюється спеціальними лампами з розрахунку 80-100 Вт/м², а також для підтримки сприятливого мікроклімату рослини зволожуються за допомогою систем водовипарного зволоження.

Перспективою подальших досліджень є розробка системи живлення рослин в залежності від параметрів мікроклімату в теплиці Житомирського національного університету та аналізу води, що використовується для їх зрошування.

Література

1. Міненко С. В. Класифікація способів зняття перегріву рослин в індустриальних теплицях / С. В. Міненко, В. М. Савченко, В. В. Крот // Вісник ЖНАБУ. –2016. –№ 1 (53), т. 1. –С. 276–282.
2. Міненко С. В. Аналіз залежності інтенсивності продуктивного фотосинтезу від режимів мікроклімату в індустриальних теплицях / С. В. Міненко, В. М. Савченко, В. В. Крот // Вісник ЖНАБУ. –2016. –№ 1 (53), т. 1. –С. 270–276
3. Савченко В. М. Вплив культивацийних споруд та технологічних систем на параметри мікроклімату при вирощуванні продукції захищеного ґрунту / В. М.Савченко, В. В. Крот // Крамаровські читання : зб. тез доп. II міжн. наук.-техн. конф., 3 квіт. 2013. –К. : НУБіП, 2013. –С. 72–74