Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра загального землеробства

«Допущено до захисту»
Зав. кафедрою загального землеробства, к.б.н., професор
_____Микола Мостіпан
«___»_____2022 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим (магістерським) рівнем вищої освіти

на тему:

Технологія вирощування томату в умовах плівкової теплиці

Виконав здобувач вищої освіти
ІІ курсу, групи АГ 21М
ОПП «Агрономія»
спеціальності 201«Агрономія»
_____Дирка А.М.
«___»_____2022 р.

Керівник, ст. викладач, к.с.-г.н.
_____Микола Ковальов
«___»_____2022 р.

Рецензент
_____Григорій Арсірій
«___»_____2022 р.

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра загального землеробства
Рівень вищої освіти: другий (магістерський)
Галузь знань: 20 Аграрні науки та продовольство
Спеціальність: 201-Агрономія
Освітньо-професійна програма: Агрономія

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри загального землеробства
_____Микола Мостіпан
“____”_____2022 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Дирки Андрія Миколайовича

1.Тема роботи_ Технологія вирощування томату в умовах плівкової теплиці

2. Керівник роботи Ковальов М.М, кандидат сільськогосподарських наук, ст.. викладач

затверджений наказом ЦНТУ “_17_” серпня 2022 року № 21 - 13

3. Строк подання роботи до захисту_____ листопада 2022 року__

4. Мета досліджень – розробка технології вирощування томату в умовах плівкових теплиць.

Завдання:

- оцінити вплив складу ґрунтозамінників на продуктивність рослин;
- оцінити ефективність використання спеціального вегетаційного обладнання для інтенсивного культивування рослин томату в умовах плівкових теплиць;
- підібрати найбільш збалансовані поживні розчини та умови їх введення в кореневу систему для гідропонного культивування в умовах плівкових теплиць.

5.Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічне обґрунтування результатів досліджень	Малаховська В.А., викладач		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ П/П	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розділ 1.Огляд літератури, Розділ 5 Охорона праці та довкілля	14.10.2022 року	
2.	Розділ 2. Місце та умови проведення досліджень	21.10.2022 року	
3.	Розділ 3. Спеціальна частина	15.11.2022 року	
4.	Розділ 4. Економічне обґрунтування результатів досліджень	18.11.2022 року	
5.	Висновки, список літератури, вступ.	25.11.2022 року	

Дата видачі завдання
«_19_»___серпня_2022 р.

Підпис керівника
_____Микола Ковальов
Завдання прийнято до виконання
«_19_»_серпня__2022 р.

Підпис здобувача
_____Дирка А.М.

ЗМІСТ

		Стор.
	Вступ	6
РОЗДІЛ1. СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИН ТОМАТУ В УМОВАХ ПЛІВКОВИХ ТЕПЛИЦЬ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ).		9
1.1	Методи вирощування рослин без субстрату	9
1.1.1	Гідропоніка	10
1.1.2	Іонітопоніка	11
1.1.3	Аеропонна культура	12
1.1.4	Агрегатопоніка	12
1.1.5	Хемопоніка.	14
1.2	Поживні розчини для вирощування рослин.	16
РОЗДІЛ 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕПЛИЧНОГО КОМПЛЕКСУ ТА УМОВ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ		20
2.1.	Організаційно-економічні умови місця проведення досліджень	20
2.2.	Грунтово-кліматичні ресурси та їх значення у формуванні врожайності томату в умовах регульованої агроекосистеми	21
РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ КЛІМАТОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ТОМАТУ		23
3.1.	Методика досліджень	23
3.2.	Вплив складу субстрату на продуктивність томату	27
3.3.	Вплив складу поживного розчину на продуктивність рослин томату при вирощування DWC модулях	33
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ТОМАТУ В УМОВАХ РЕГУЛЬОВАНОЇ АГРОЕКОСИСТЕМИ		42
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ ПРИВИРОЩУВАННІ НАПІВДЕТЕРМІНАНТНИХ ГІБРИДІВ ТОМАТУ В ПЛІВКОВИХ ТЕПЛИЦЯХ		44
5.1.	Розробка заходів по запобіганню дії небезпечних та шкідливих	44

виробничих факторів та покращенню умов праці працівників теплиці

5.2. Розробка заходів з охорони довкілля при вирощуванні томату в плівкових теплицях. 46

ВИСНОВКИ 48

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 50

ДОДАТКИ 56

Вступ

Актуальність теми. Розвиток технологій безсубстратного вирощування овочів в умовах плівкових теплиць, набуває безпрецедентного вирішення питання цілорічного виробництва свіжих овочів безпосередньо у місцях їх споживання. Першорядним стає завдання розробки принципово нових екологічно чистих ресурсів та енергозберігаючих агротехнологій захищеного ґрунту, що забезпечують цілорічне виробництво високоякісної рослинної продукції з мінімальним вмістом нітратів, важких металів та інших шкідливих домішок [1, 2, 3].

Питання отримання екологічно безпечної продукції овочівництва в умовах захищеного ґрунту найповніше може бути забезпечене шляхом розробки безвідходних технологій світлокультури – систем культивування овочів (СКО) в умовах регульованої агроекосистеми (РАЕ). Такі системи, що є фізичними моделями природних екосистем, можуть бути використані для створення екологічно чистого цілорічного виробництва овочевої продукції в умовах захищеного ґрунту [4].

Вирішення завдання організації економічно рентабельного цілорічного виробництва овочевої продукції в умовах СКОРАЕ, що реалізує їх потенційну продуктивність, передбачає аналіз результатів виконаних до цього часу розробок у галузі методів культивування овочів в умовах захищеного ґрунту - способів вирощування рослин без ґрунту [5].

Зв’язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дослідження проведені випускній кваліфікаційній роботі є логічним продовженням низки теоретичних та прикладних досліджень кафедри загального землеробства з питань вирощування овочевих культур, в тому числі в умовах IV світлової зони України, а саме науково-дослідні роботи проводилися за планами наукової діяльності в Центральноукраїнському національному технічному університеті (м. Кропивницький): 01149U002814 “Застосування нетрадиційних органічних добрив та ЕМ препаратів під овочеві культури в умовах північного Степу України” та 0121U107821 “Вирощування

овочевих та ягідних культур ґрунтовим та безсубстратним способом в геокупольних теплицях ”.

Мета і завдання дослідження: Мета досліджень – розробка технології вирощування томату в умовах плівкових теплиць.

Для реалізації зазначеної мети були поставлені наступні завдання:

- оцінити вплив складу ґрунтозамінників на продуктивність рослин;
- оцінити ефективність використання спеціального вегетаційного обладнання для інтенсивного культивування рослин томату в умовах плівкових теплиць;
- підібрати найбільш збалансовані поживні розчини та умови їх введення в кореневу систему для гідропонного культивування в умовах плівкових теплиць.

Основним критерієм використання у подальшій роботі результатів проведеного аналізу є економічна ефективність їх застосування у технологіях цілорічного ресурсо- та енергозберігаючого виробництва томату.

Наукова новизна отриманих результатів. Вперше розроблено технологічні рекомендації з вирощування томату в умовах плівкових теплиць з використанням DWC модулей. Запропоновано технологічні аспекти приготування всесезонного поживного розчину для вирощування гібридів томату в умовах СКОРАЕ.

Практичне значення отриманих результатів. На підставі наукових досліджень запропоновано новий склад поживного розчину для вирощування томату в умовах плівкових теплиць 4-ї світлової зони України.

Доведено позитивний вплив регулятора росту, фунгіциду та нового препарату на загальну продуктивність томату.

Показано перспективність ефективність цілорічного вирощування томату за допомогою DWC модулей.

Показано пряму залежність отримання високого врожаю в теплиці від якості насіннєвого матеріалу. Встановлено вплив параметрів кліматозабезпечення на приживання рослин в умовах плівкових теплиць.

Особистий внесок здобувача. Випускна кваліфікаційна робота є завершеним науковим дослідженням. Автором особисто проведено польові дослідження, теоретично обґрунтовано отриману інформацію, узагальнено її в наукових публікаціях, самостійно розроблено висновки, представлено рекомендації виробництву та апробовано їх у виробничих умовах. Наукові положення, розробки, результати, висновки і рекомендації, що подані до захисту, одержані автором самостійно. Авторство здобувача в наукових працях складає 50-70 %. Права співавторів не порушено.

Апробація результатів роботи. Основні положення дослідження доповідалися та отримали схвальну оцінку VI Міжнародної науково-практичної конференції «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур», м. Кропивницький, ЦНТУ, 17-18 листопада 2022 року.

Публікації. Результати проведених досліджень в даній магістерській роботі опубліковані у вигляді тез доповідей: Дирка А.М. Вплив субстрату на продуктивність томату в умовах плівкових теплиць. Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур: матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції (м. Кропивницький, 17-18 листопада 2022 р), ЦНТУ, 2022 С. [6].

РОЗДІЛ 1 СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИН ТОМАТУ В УМОВАХ ПЛІВКОВИХ ТЕПЛИЦЬ

1.1 Методи вирощування рослин без субстрату

Історично виникнення овочівництва без субстрату пов'язане з появою науки про кореневе живлення рослин та створенням систем інтенсивного культивування овочевих рослин, що забезпечують можливість їх вирощування в умовах, де звичайним способом це зробити важко чи неможливо. У 1856 р. німецькі ботаніки Ф. Кноп і Ю. Закс вперше на штучних поживних сумішах виростили рослину з повним циклом розвитку. Розроблений ними метод вирощування рослин названо згодом гідропонікою. Головною проблемою практичного застосування цього методу було недостатнє забезпечення кореневої системи рослин киснем та нестійка кислотність розчинів, внаслідок чого рослини швидко гинули. Подальший розвиток гідропоніки проводився у напрямі розробки способів вирощування рослин, що забезпечують повноцінне постачання кореневої системи рослин киснем та поживними речовинами [7].

Систематично проведені порівняльні аналізи мінерального складу плодів рослин, зокрема томату, вирощених у субстратному та безсубстратному середовищі показали, що істотної різниці за вмістом у плодах томату сухих речовин, азоту, фосфору, калію та мікроелементів між ґрунтовою та безпідставною культурами немає. Смакові якості плодів томату, вміст у них вітаміну С, каротину, цукрів та сухих речовин також істотно не розрізняються при вирощуванні їх у в субстратній та безсубстратній культурі, проте зазначено, що рослини, що виросли без субстрату, раніше починають плодоносити, плоди зазвичай більші та рівніші, ніж вирощені на субстратах. [8]. Разом з тим, численними дослідженнями закономірностей взаємодії рослин з поживними середовищами встановлено, що внаслідок зміни фізико – хімічних та біогенних властивостей, природні ґрунти в інтенсивній світлокультурі не задовольняють потреб рослин. Через погану аерацію коренів, низьку фільтраційну здатність та високу щільність природних ґрунтів, продуктивність

рослин, що вирощуються в умовах плівкових теплиць, при використанні природних ґрунтів, як правило, нижча за продуктивність тих самих рослин, що вирощуються на штучних субстратах [9] .

Аналіз сучасних технологій безсубстратного вирощування рослин показує, що основні методи культивування рослин у регульованих умовах можна розділити на такі основні групи: гідропоніку (коріння рослин знаходяться в розчині поживних солей), аеропоніку (коріння рослин знаходяться в повітрі, в замкнутому обсязі, й періодично обприскуються поживним) розчином), іонітопоніку (субстрат складається з іонообмінних матеріалів), агрегатопоніку (корені розміщені в твердих інертних, неорганічних субстратах - щебені, гравії, керамзиті, піску тощо).п, які періодично подається поживний розчин) і хемопоніку (субстратом служать верховий торф, тирсу та інші недоступні для безпосереднього харчування культурних рослин органічні матеріали) [10].

1.1.1. Гідропоніка.

Для цього методу характерна повна відсутність субстрату. Коренева система рослин частково занурена в поживний розчин, що постійно циркулює в системі, а також наявність періодичної аерації розчину. Рівень поживного розчину постійний чи змінний. Головною проблемою при використанні технологій гідропоніки є недостатнє постачання кореневої системи рослин киснем.

Періодична (кілька разів на добу) аерація не дає ефекту, так як у прилеглому до коріння шарі розчину кисень швидко вичерпується, а його надходження з основної маси розчину відбувається занадто повільно через вкрай низьку швидкість дифузії газів у воді. Також відомо, що коренева система дорослої рослини томату, що поглинає за одну годину в середньому 15-16 мг кисню, при її розміщенні повністю в живильному розчині без додаткової аерації, вже через 1,5 - 2 години починає відчувати кисневе голодування, при одночасному накопиченні в кореневій зоні підвищеної дози вуглекислоти. Порушення аерації та накопичення вуглекислого газу призводять до зниження

інтенсивності поглинання корінням поживних речовин та продуктивності рослин, під час вирощування. [11].

В кінці 70-х років XX століття була розроблена технологія водної культури, "Nutrient Film Technique" (NFT-тонкошарова проточна культура), при якій коренева система рослин розвивається в тонкому проточному шарі поживного розчину. Характерною особливістю технології NFT є те, що дотримується режим постійної аерації поживного розчину та заходи щодо знезараження розчину в процесі вирощування рослин. Припинення циркуляції поживного розчину терміном понад 1-2 години, за високого рівня освітленості рослин, негативно відбивається на врожаї. Система NFT дозволяє практично повністю автоматизувати процес вирощування тепличних культур, в даний час є однією з ресурсозберігаючих та екологічно чистих в порівнянні з іншими тепличними технологіями [12]. Надійний пристрій для вирощування рослин способом водної культури було розроблено Єрмаковим О.І. Пристрій складається з контейнера, всередині якого розміщуються спеціальні підставки, на які встановлюються резервуари із рослинами. Центральна група коренів рослин томату знаходиться внизу в шарі поживного розчину на дні контейнера, а решта коріння розташовується на поверхні резервуара вирощування. Над контейнерами розміщується зволожувач для верхнього поливу рослин. Подача розчину зверху забезпечує періодичне перемішування розчину на дні контейнера При відключенні насосу рослини будуть кілька днів забезпечені розчином на дні контейнера, не відчуваючи стресу [13].

1.1.2. Іонітопоніка.

Метод вирощування рослин на субстраті із суміші двох синтетичних іонообмінних смол: катіоніту КУ-2 та аніоніту ЕДЕ-ЮП. Перед застосуванням суміш насичують катіонами та аніонами мінеральних речовин, необхідних рослині, і саме тому полив проводять чистою водою. Після кожного вегетаційного циклу субстрат необхідно регенерувати, повторно насичуючі катіонами та аніонами за допомогою спеціальних хімічних реактивів. Іоніти, маючи малу величину гранул, мають високу вологоємність, тому коріння

рослин страждає від недостатньої аерації.

Але висока вартість іонітного субстрату призвела до того, що іонітопоніка практичного застосування у промисловій світлокультурі не отримала [14, 15].

1.1.3. Аеропонна культура.

В аеропонній культурі рослина закріплюється опорною системою, а коренева система рослин розвивається в умовах повітряного середовища у закритому просторі. Поживний розчин подається до коріння безперервно або через короткі проміжки часу так, щоб коріння не встигало пересохнути. Листя та стовбур рослини ізольовані від зони розпилення. Використання методу аеропоніки практично виключає зараження рослин хворобами пов'язаними з ґрунтом або ґрунтозамінниками, звичайними для захищеного ґрунту. Використання технологій аеропоніки дозволяє створювати повністю автоматизовані системи вирощування рослин. [16].

1.1.4. Агрегатопоніка

Агрегатопоніка є найбільш розробленим та поширеним методом вирощування рослин з використанням ґрунтозамінників. У технологіях агрегатопоніки коренева система рослин розвивається в середовищі неорганічного (керамзит, гравій, щебінь та ін.) або синтетичного (вермикуліт, цеоліт та ін.) походження, що відповідає розробленим загальним вимогам до субстратів, призначених для використання як середовища вирощування рослин в інтенсивних системах вирощування рослин в умовах плівкових теплиць: субстрати повинні служити гарною опорою для рослин, забезпечувати ефективну аерацію кореневої системи, сприятливі умови для активного росту, поширення та функціонування коренів, мати високу поглинальну здатність та теплоємність, мати достатню механічну міцність, бути недорогими та загальнодоступними. Вибрані субстрати не повинні виділяти токсичні для рослин речовини, значною мірою змінювати реакцію розчину, містити насіння бур'янів або патогенних організмів.

У зв'язку зі швидкими темпами росту та розвитку кореневої та надземної

частини рослин, великим винесенням елементів живлення при культивуванні рослин з використанням методів агрегатопоніки, найважливішою вимогою до ґрунтозамінників, що зумовлюють ефективність їх використання в умовах інтенсивної світлокультури, є забезпечення гарної аерації кореневої системи рослин [17, 18]. Успішна реалізація оптимального водно – повітряного режиму для кореневої системи рослин у технологіях агрегатопоніки залежить від ступеня обліку фізичних та гідрофізичних властивостей використовуваних коревміщуючих середовищ (КС), які зазвичай ототожнюються із співвідношенням твердої, рідкої та повітряної фаз у зволоженому КС [19]. Детальні дослідження фізичних та гідрофізичних властивостей найбільш поширених матеріалів, що використовуються як КС (керамзит, вермикуліт, торф, спінене скло та ін.) виконані в роботах Азаркова О.М., Пересипкіна В.Ф. та ін [20, 21, 22] . Показано, що гідрофізичні властивості КС досить тісно взаємопов'язані зі станом та доступністю для рослин вологи, що міститься в них. Цю вологу можна умовно розділити на три категорії: легкодоступну, важкодоступну та недоступну. Саме волога, що міститься в КС, легкодоступна для рослин, забезпечує потреби рослин у воді та поживних речовинах, а також є основою при розробці ефективних систем живлення рослин у технологіях інтенсивної світлокультури [23].

В результаті проведених досліджень низкою науковців [24, 25] встановлено, що мінеральні КС, що мають найбільший обсяг твердої фази (від 22% у керамзиту до 55% у піску) містять відносно мало легкодоступною рослинам вологи. Найменший об'єм твердої фази мають органічні (торф верховий, торф'яна плита, торф низинний) субстрати, що містять легкодоступну вологу до 25 % від об'єму КС. Суміш верхового торфу та керамзиту характеризується високою водоутримувальною здатністю при одночасному значному вмісті повітряної фази (не менше 15 % за обсягом), забезпечуючи сприятливі умови життєзабезпечення кореневих систем рослин [26].

Найбільш сучасний метод агрегатопоніки - вирощування рослин на мінеральній ваті. Торгова марка найбільш поширеною в захищеному ґрунті

мінеральної вати, що випускається голландською фірмою "Grodania" має назву "Гродан". Для вирощування рослин використовуються плити з мінеральної вати. На плиту встановлюються кубики з мінеральної вати об'ємом ~1 л з вирощеною в них розсадою. До кожного кубика до кореневої області підводиться крапельниця для подачі поживного розчину за певною нормою виливу рідини. Мінеральна вата має лужну реакцію (pH 7,5 – 8,5) але, володіючи досить високою буферною здатністю, швидко змінює реакцію поживного розчину, що використовується [27]. Можливість регулювання концентрації, кислотності, тривалості подачі поживного розчину при вирощуванні рослин на мінеральній ваті забезпечує досить високу продуктивність культивованих рослин.

Основні проблеми технологій з використанням мінеральної вати полягають у тому, що за один вегетаційний період мінеральна вата втрачає до 20% обсягу, а наступна вегетація вимагає поповнення втраченого субстрату, окрім того, більше двох разів мінеральну вату використовувати не можна, також не вирішено проблему утилізації відпрацьованої мінеральної вати. [28].

Використані в агрегатопоніці мінеральні та синтетичні субстрати недостатньо продукують вуглекислого газу, рослини при інтенсивному вирощуванні зазнають його дефіциту, тому при використанні методу агрегатопоніки потрібне додаткове обладнання для підживлення рослин вуглекислим газом.

1.1.5. Хемопоніка.

У технологіях хемокультури використовують такі органічні матеріали, як: сфагновий мох, деревна кора, тирса, але найбільш поширеним є верховий торф, що володіє хорошими водно-фізичними властивостями [29].

Вивчення можливості повторного використання верхового торфу протягом більш тривалого терміну показало, що при щорічному внесенні до субстрату свіжого торфу в кількості 10 – 20 % від початкового обсягу за 3 роки експлуатації не відбувається значного зниження його водоутримуючої здатності та погіршення аерації [30, 31].

Якщо порівнювати продуктивність рослин, отриману при вирощуванні методами агрегатопоніки, хемопоніки та гідропоніки, то вона приблизно однакова при використанні будь-якої з перерахованих вище систем та КС. Незважаючи на поширення агрегатопоніки на мінеральній ваті та системи NFT, перспективність вирощування рослин методом хемопоніки, при використанні органічних або органо-мінеральних ґрунтосумішей зберігається та успішно розвивається у напрямку застосування верхового торфу в суміші з мінеральними компонентами – блакитною глиною, керамзитом, піском тощо. Дослідження ефективності використання органо-мінеральних ґрунтосумішей як КС в інтенсивних технологіях закритого ґрунту показали, що в таких КС більше доступної вологи та краща водопроникність. Проведеними дослідженнями встановлено, що в регульованих умовах показники швидкості мінералізації верхового торфу, зміна його об'єму та щільності найнижчі серед органічних КС, і тому верховий торф, порівняно з основними органічними сумішами, що використовуються у захищеному ґрунті, є найбільш стійким до зміни своїх властивостей [32, 33]

Для використання у технологіях інтенсивної світлокультури томату найбільше застосування знайшли детально досліджені Гілем Л.С. [34] органо-мінеральні КС з використанням верхового торфу. Показано, що додавання до керамзиту торфу в кількості 10% збільшує питому поверхню КС в 5-6 разів, внаслідок чого утворюються КС, що володіють питомою поверхнею, близькою до найбільш цінних у сільськогосподарському відношенні природних ґрунтів. Запас доступної вологи при сприятливому співвідношенні рідкої та повітряної фаз у таких субстратах становить ~25 %. [35, 36]. На основі проведених досліджень розроблено органо-мінеральні КС, що мають близьке до оптимального співвідношення повітряної, водної та твердої фаз - агрофіт – стандарт, агрофіт модернізований.

Складність створення "ідеального" субстрату полягає в тому, що в процесі вирощування рослин в умовах РАЕ у системі рослина - кореневміщуюче середовище - поживний розчин під дією поживних розчинів,

кореневих систем рослин та мікробіотичного комплексу, що розвивається в коренеживаному середовищі, відбувається трансформація абіогенних порід у біокосні ґрунтоподібні тіла, в тому числі гумусові та інші фізіологічно активні органічні речовини, що формуються при цьому.

Знання, отримані в результаті дослідження цих процесів, послужили основою для розробки екологічно гармонійної універсальної системи культивування рослин - панопоніки, що є базовою системою для реалізації фітобіотехнологій нового рівня, які можна віднести до розряду надточного рослинництва, що забезпечують цілорічний виробництво високоякісної продукції. захищеному ґрунті та спеціальних культиваційних спорудах [37].

В умовах СКОРАЕ верховий торф є найбільш стійким до зміни об'єму, сухої маси та щільності. Додавання торфу у дозованих кількостях до мінеральних субстратів значно підвищує вологоємність КС та ефективність їх використання у регульованих умовах. Стабільність параметрів фізичних та гідрофізичних властивостей КС на основі верхового торфу, роблять їх перспективними для використання в малооб'ємних енерго та ресурсозберігаючих.

1.2. Поживні розчини для вирощування рослин.

При інтенсивних технологіях вирощування овочів всі необхідні для забезпечення життєдіяльності сполуки рослини томату одержують з поживного розчину (ПР). Збалансований склад органічного та мінерального живлення рослин протягом усього періоду вегетації рослин томату є одним із найефективніших факторів забезпечення їх високої продуктивності. Живлення рослин та частота подачі ПР до кореневої системи визначаються конкретними умовами вирощування рослин томату – фізичними властивостями субстрату, фазою росту рослин, світловими та температурними режимами вирощування. Розроблено загальні вимоги до складу поживних розчинів для вирощування рослин на штучних субстратах

У науковій та виробничій літературі описані десятки рецептів поживних

розчинів, розроблених для використання при культивуванні різних видів плодо-овочевих рослин. Склади розчинів були спрямовані на задоволення індивідуальних потреб рослин, що вирощуються в тих чи інших хімічних елементах, а також на забезпечення довготривалості використання розчинів, стійкості в часі їх pH та інших параметрів. Найбільш відомими є розчини запропоновані Кнопом, Хогландом та Арноном, Жеріком, Чесноковим, Алієвим, поживний розчин, що застосовується в Каліфорнійському університеті, розчин експериментальної станції в Нью-Джерсі. За своїм характером вони мало чим відрізняються один від одного, оскільки складені на основі загальних принципів приготування розчинів [38].

У роботах Чеснокова та Базиріної показано, що для цілорічного вирощування рослин томату можна використовувати одні й ті ж розчини протягом року, не змінюючи його складу залежно від змін у рівні освітленості. При постійному відстеженні за зміною складу поживного розчину та підтримці його стабільної концентрації та співвідношення компонентів рослини не відчувають нестачі ні у воді, ні в поживних речовинах. [33].

Проведеними дослідженнями встановлено, що рослини томату найкраще ростуть при вмісті в літрі поживного розчину 2-3 г мінеральних солей. Концентрація розчину до 8 г/л викликає погіршення умов надходження води до кореневої системи рослин, внаслідок підвищення осмотичного тиску ПР: у рослин томата зупиняється зростання кореневої системи, зменшується при цьому розмір листя, а самі плоди уражаються вершинною гниллю.

Підтримка оптимального для рослин томату рівня зволоження КС в умовах плівкових теплиць під час використання малооб'ємних технологій 65 - 70 % від найменшої вологоємності) кореневмісного середовища. ускладнюється ущільненням системи КС - коріння, що відбувається в процесі вегетації томату. А це призводить до погіршення умов аерації коренів та зниження кінцевої продуктивності рослин [39]. При нестачі вологи в КС, особливо у фазі утворення бутонів, знижується засвоєння поживних речовин, азот та фосфор переміщуються з листя в стебло, зростання рослин томату зупиняється, плоди

прискорено дозрівають, не досягаючи товарного розміру. [40]. З іншого боку надлишок вологи в КС призводить до утворення поверхневої кореневої системи, витягування рослин, розростання вегетативної маси на шкоду плодоношенню, опаданню квіток, розтріскування плодів, зниження продуктивності рослин [41].

На підставі результатів дослідження ефективності застосування різноманітних поживних розчинів для вирощування рослин томату в умовах СКОРАЕ, вибрано розчин Кнопа. [42]. Вплив концентрації поживного розчину Кнопа та різного співвідношення в ньому фосфору та калію на ріст, розвиток та накопичення біомаси рослин томату досліджували при вирощуванні рослин методом агрегатопоніки в умовах інтенсивної світлокультури. Показано, що найбільшу сиру та суху масу надземної частини накопичили рослини томату, які одержували розчин Кнопу подвійної концентрації. Збільшення втричі-вчетверо кількості поживних речовин у розчині призводило до зниження надземної маси рослин у порівнянні з контролем. Додавання калію та фосфору в розчин одинарного Кнопа не мало істотного впливу на накопичення маси рослин томату, а підвищення кількості калію та фосфору в розчині Кнопа подвійної концентрації викликало зниження маси рослин порівняно з масою рослин, які отримували незмінений розчин подвійного Кнопа. Розчин потрійного Кнопа прискорює початок цвітіння томатів, але викликає затримку зав'язування плодів у порівнянні з одинарним та подвійним Кнопом [43].

Поживний розчин для рослин томату повинен мати pH 5,5-7,0. Зсув реакції розчину в лужний бік (pH вище 7) негативно впливає на рослини, в такому розчині солі заліза, магнію, кальцію, фосфору та марганцю переходять у нерозчинні сполуки, які рослинами не засвоюються. Навіть незначні зміни складу та концентрації розчину можуть негативно позначитися на розвитку рослин, тому необхідно періодично визначати кислотність розчину.

Раціональна система харчування рослин в інтенсивній світлокультурі томата повинна враховувати потреби рослин, що змінюються протягом життєвого циклу, і своєчасно забезпечувати їх потрібними елементами в

необхідних кількостях і співвідношеннях. Протягом вегетаційного періоду повинні змінюватися склад, концентрація живильного розчину, режим застосування. Тимчасовим виключенням припливу тих чи інших поживних елементів із довкілля у певні періоди вегетації можна проводити динаміку зростання та розвитку рослин томату, в розвитку їх кореневої системи.

Наприклад, заміною поживного розчину на воду можна викликати тимчасове голодування рослин і тим самим стимулювати процес утворення зав'язей плодів у томату та отримати ефект скоростиглості [44].

Будь-який стрес-фактор, що виникає внаслідок зміни умов навколишнього середовища, несприятливо впливає на засвоюваність поживних речовин рослинами. Енергетика рослини спрямовується на подолання стресу, внаслідок чого рослини томату зупиняються в зростанні та розвитку, знижується врожайність, а надалі відбувається втрата врожаю. Наприклад, при зміні pH поживного розчину з 6,0 до 4,0 суха надземна маса рослин томату зменшується у 2,5 рази. [45].

У стресових умовах збалансовані мікроелементи в харчуванні томату здатні нейтралізувати негативний вплив на рослини, сприяти їх росту та розвитку та отримати екологічно чистий урожай [46].

Особливо важливо забезпечити томат поживними речовинами в періоди, що характеризуються найбільш інтенсивним споживанням, коли нестача поживних речовин різко погіршує ріст та розвиток рослин. Так, у початковий період вирощування, рослинам томату потрібно більше азоту, менше фосфору та калію. До повного цвітіння першої кисті томат підгодовують фосфором та калієм, після висадки розсади в КС на постійне місце для інтенсивного росту листя необхідно більше азоту. Надалі, коли починається процес плодоутворення, фосфор разом з калієм сприяє прискоренню цвітіння, дозрівання плодів та підвищення стійкості рослин до хвороб [39].

РОЗДІЛ 2. МІСЦЕ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.

2.1. Організаційно-економічні умови місця проведення досліджень

Експериментальні дослідження проводили в 2021-2022 роках в наукових лабораторії «Гідропонного вирощування овочів в купольній теплиці» Центральноукраїнського національного технічного університету та ФОП Горбенко В.С., які розташований у четвертій світловій зоні України.

Об'єктом дослідження була коренева система рослини томата. Основні дослідження з розробки технології інтенсивної світлокультури томату проводили з використанням рослин томату гібриду Леді Шеді голандської селекції. Рослини томату вирощували у вегетаційних світлоустановках (ВСУ) з горизонтальним розташуванням світильників, оснащених блоком управління, що задає режим роботи світлового блоку та системи поливу. З світловому блоці ВСУ використовувалися лампи ДНаТ-400, загальною потужністю 0,8 – 1,6 кВ/м^2 (2 або 4 лампи ДНаТ-400 на 1 м^2 плівкової теплиці) залежно від необхідності організації певного рівня опроміненості рослин. У матричних технологіях вирощування овочевих культур у світлових блоках ВСУ застосовувалися лампи ДНаТ600 чи ДНаЗ-600 Reflux [47].

Переміщенням світлового блоку по вертикалі від початкового рівня підвісу, що визначається безпечним рівнем нагріву листя (при використанні ламп ДНаТ-400 – 0,4 метра, ДНаТ-600 – 0,6 м) регулювався рівень опроміненості рослин – до 120 Вт/м^2 ФАР. Світловий період до 16 год/добу. Протягом досвіду підтримувалася температура повітря 25 ± 2 ºС вдень та 18 ± 2 ºС вночі [48].

Рослини томату вирощували методом гідропоніки на DWC модулях, склад та об'єм (літр/рослина) кореневих середовищ (КС) наведено у відповідних розділах роботи. У більшості вегетацій томату для живлення рослин використовували модифікований на кафедрі загального землеробства поживний розчин Кнопа. [43]. У дослідженні впливу складу поживних розчинів (ПР) на продуктивність томату використовували ПР, склад яких наведено у 3 розділі випускної кваліфікаційної роботи.

У системі подачі ПР в КС застосовувалося двостороннє регулювання - верхній полив рослин поживним розчином (ПР) за допомогою систем ін'єкційного краплинного зрошення 2-4 рази на добу та періодичному надходженні до КС поживного розчину по мікротрубках з рослини [42].У вегетаційних дослідах із сортовипробування рослин томату, найбільш перспективних за показниками продуктивності та скоростиглості для вирощування в умовах інтенсивної світлокультури, було випробувано детермінантний гібрид томату: Леді Шеді.

2.2. Грунтово-кліматичні ресурси та їх значення у формуванні врожайності томату в умовах регульованої агроекосистеми.

Для виміру освітленості використовували люксметри типу GM 1010 Benetech. проградуйовані у фотометричних величинах – люксах. Рівень фотосинтетично активної радіації (ФАР) вимірювали піранометром SMP 21 з використанням двох світлофільтрів: БС-8, прозорим у видимій та ближній інфрачервоній областях спектру та поглинаючим ультрафіолетове випромінювання з довжиною хвилі коротше 380нм. та КС–19, прозорим у ближній інфрачервоній області спектру та поглинаючим ультрафіолетове випромінювання та видиме випромінювання з довжиною хвилі коротше 700нм. Різниця відліків приладу з цими фільтрами дає величину опроміненості області ФАР. Оперативна оцінка параметрів світлового потоку того самого джерела світла проводилася при вимірі освітленості в люксах. Для перекладу показань у люксах в енергетичні величини Вт/м^2 показання люксметра зіставлялися зі показаннями піранометра в одній і тій же точці вимірювань. Розрахований переказний коефіцієнт лк → Вт/м^2 в області ФАР для ламп серії ДНаТ (400,600) становив 1клк -3 Вт/м^2 [50].

Розробка ресурсо та енергозберігаючих технологій світлокультури, що максимально реалізують біологічний потенціал продуктивності рослин томату в умовах плівкових теплиць, включає якісну та кількісну оцінку фізичних та фізико-хімічних умов вирощування рослин, аналіз впливу параметрів

навколишнього середовища на зростання та розвиток рослин томату, і в першу чергу, на їхня продуктивність.

До факторів зовнішнього середовища, що безпосередньо визначають продукційну та економічну ефективність культивування томату в умовах плівкових теплиць і підлягають аналізу та кількісній оцінці, належать:

- вплив світлових та температурних умов вирощування рослин на зростання, розвиток та продуктивність рослин томату;

- Вплив на продуктивність томату умов життєзабезпечення кореневих систем при малооб'ємному способі вирощування рослин - складу кореневого середовища (КС), складу поживних розчинів, накопичення водорозчинної органічної речовини в поживних розчинах;

- Показники продуктивності, скоростиглості та біохімічного складу рослин томату, що культивуються в розроблюваних технологіях інтенсивної світлокультури.

РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ КЛІМАТОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ТОМАТУ

3.1 Методика досліджень

Вирішення завдання отримання в регульованій агроекосистемі високих урожаїв овочевих культур, що наближаються до рівня їхньої потенційної продуктивності, включає оптимізацію умов кореневого харчування рослин шляхом розробки субстратів збалансованих за вмістом мінеральної та органічної компоненти.

Аналіз методів вирощування рослин показує, що основні дослідження в галузі конструювання кореневого середовища, спрямовані на підвищення продуктивності рослин в умовах СКОРАЕ, передбачають розробку ефективних прийомів забезпечення кореневих систем рослин достатньою кількістю мінеральних речовин, води та кисню повітря, що є неодмінною умовою інтенсифікації продукційного процесу за умов інтенсивної світлокультури. Ступінь вивченості закономірностей взаємодії рослин з коренелюдними середовищами при впливі на них лімітуючих факторів різної природи визначає економічну ефективність інтенсивних технологій світлокультури в умовах спеціальних культиваційних споруд та можливість отримання стабільних врожаїв, що наближаються до рівня потенційної продуктивності рослин.

У той час як фізичні, гідрофізичні та термодинамічні властивості поживного розчину в субстратах вивчені досить повно, [40, 50]. Вплив на продуктивність рослин водорозчинних органічних сполук, що утворюються в коренеживаному середовищі при тривалому вирощуванні рослин на органічних та органічних органах Трансформаційних процесів системі субстрат - рослина, досліджено мало.

Органічна речовина в субстратах при цілорічному вирощуванні рослин істотно впливає на її фізичні, фізико-хімічні та біологічні властивості, що зумовлюють продуктивність та якість одержуваної овочевої продукції, дає можливість оперативного управління вологообміном у системі субстрат-

коренева система та цілеспрямованої гідропонних модулей нового покоління [51].

Специфіка органічної речовини, що утворюється в субстраті, полягає в переважанні складової, що розкладається, при незначному вмісті інертної і внаслідок цього, дані системи з біохімічної активності процесів, що відбуваються в субстраті, порівняні з процесами, що відбуваються в грунтах субтропічного пояса. Відсутність у більшості випадків у субстратах тонкодисперсних мінеральних складових, здатних активно закріплювати органічну речовину, створює умови для інтенсивної його трансформації та утворення фізіологічно активних водорозчинних органічних сполук, накопичення яких у субстраті призводить до негативного впливу на ріст і продуктивність рослин, що культивуються. Показано, що тривале вирощування рослин огірка на тирсі, соломі, ялиновій корі та торфі призводило до збагачення поживного розчину водорозчинними органічними сполуками (ВОС), вміст яких до кінця вегетації рослин становив від 350 мг/л у верховому торфі і до 3000 мг тирсі, що негативно впливало на продуктивність рослин [34]. Дослідження впливу органічної речовини, що міститься в поживному розчині, на продуктивність рослин при цілорічному вирощуванні малооб'ємним способом показали, що як приблизний критерій, що характеризує стан органічної речовини субстрату, можна використовувати кількість водорозчинних органічних сполук, що надходять у розчин, за еквівалентною кількістю вуглецю мг/л [5].

Нами виконано дослідження динаміки утворення рухомої органічної речовини в коренелюдних середовищах різного складу та надходження його в поживний розчин протягом вегетації рослин томату та оцінка впливу вмісту водорозчинних органічних сполук у субстраті та поживному розчині на продуктивність культивованих рослин. Результати проведеного дослідження необхідні для обґрунтування методології конструювання та практичної реалізації високородючих ґрунтоподібних тіл нового типу для використання у технологіях інтенсивної світлокультури.

Оцінка впливу водорозчинних сполук, що містяться в субстратах різного складу, на продуктивність рослин томату та якість одержуваної продукції, проведена при використанні як об'єкт досліджень рослин томату гібриду Шеді Леді. Рослини томату вирощували гідропонним способом культивування у вегетаційних світлоустановках (рис.3.1) при розміщенні рослин у DWC модулях розміром 0,3х1,0х0,3 м та використанні мінеральних та органомінеральних субстратів різного складу.



Рис 3.1. Схема установки для вирощування рослини томату сорту Леді Шеді гідропонним способом культивування рослин при використанні мінеральних і органомінеральних субстратів різного складу.

Кожен варіант досліду включав дві рослини з висадженими 10 рослинами томату. Об'єм розчину на одну рослину томату ~ 3 літри. Система подачі розчину до субстрату передбачала двостороннє регулювання - верхній полив рослин поживним розчином (ПР) проводили за допомогою систем інэкційного зрошення 3-4 рази на добу при постійному надходженні до субстрату поживного розчину по мікротрубкам з розчину, що знаходиться у рослині [50]. Надлишок ПР після поливу стікав у баки, що відповідають варіантам досвіду. Загальний обсяг поживного розчину в системі рослини (10л). Бак для збору надлишку ПР (20л) становив 30 літрів у кожному варіанті. Відбір проб на вміст водорозчинної органічної речовини, що надходить до ПР за рахунок розкладання органічної компоненти субстратів внаслідок життєдіяльності коренів рослин та супутньої мікрофлори, проводили через кожні 7 днів наприкінці кожного тижня перед зміною використаного ПР розчину на новий.

Рослини томату вирощували під натрієвими лампами ДНаТ – 400.Інтенсивність променистого потоку становила ~ 100±10 Вт/м^2 ФАР. Тривалість світлового періоду – 16 годин на добу, тривалість вегетації – 75 діб.

Протягом досвіду підтримували температура повітря 25±2ºС вдень та 20±2ºС вночі. Для живлення рослин томату використовували модифікований нами розчин Кнопа, концентрація якого змінювалася, залежно від фази розвитку рослин. До цвітіння рослин томату застосовували поживний розчин Кнопа подвійної концентрації, у період наливу та дозрівання плодів концентрацію ПР знижували до рівня, відповідного половинної концентрації розчину Кнопа. Заміну ПР проводили один раз на тиждень протягом усього періоду вирощування.

Одним із показників, що характеризує рухому частину органічної речовини є вміст водорозчинних органічних сполук у субстраті та поживному розчині. Підбір складу субстрату здійснювали на поширеності та доступності його компонентів для створення ідеального середовища для росту та розвитку кореневої системи рослин томату..

Схема досліду включала такі варіанти:

Варіант 1 – керамзит фракцією 3-5 мм;

Варіант 2 - керамзит, покритий плівкою з каолінової глини. Для збільшення активної поверхні дотику кореневих систем рослин із супутньою мікрофлорою, керамзит замочували в суспензії каолінової глини, потім висушували;

Варіант 3 – керамзит на поверхню якого наносили у певних пропорціях плівку із суміші каолінова глина + вермичай. Склад плівки –3 л гумату Na, 2 л вермичаю та 2 л каолінової глини забезпечував створення більш комфортного середовища для розвитку кореневої системи рослин та супутньої мікрофлори;

Варіант 4 – керамзит, вкритого плівкою з каолінової глини. Для збільшення частки органічної компоненти в керамзит за обсягом 1:1 був доданий розроблений на кафедрі загального землеробства ґрунтозамінник ЕМ компост (Пат. 143338 U Україна) [53];

Наступні варіанти являють собою замінник керамзиту спіненим склом. Воно є більш інертним матеріалом та володіє меншою питомою вагою порівняно з керамзитом.

Варіант 5 спінене скло діаметр гранул 3 мм;

Варіант 6 – спінене скло+ каолінова глина

Варіант 7 - спінене скло, покрите плівкою із суміші каолінова глина + вермичай;

Варіант 8 спінене скло, покрите плівкою із суміші каолінова глина + ЕМ компост.

3.2 Вплив складу субстрату на продуктивність томату

Проведені дослідження показали, що в досліді вміст водорозчинних органічних сполук у фільтраті поживного розчину не перевищував критичного рівня (50 мг/л) у всіх варіантах (див. табл.. 3.1).

Таблиця 3.1

Вмісту вуглецю в поживному розчині та зворотньому фільтраті при вирощуванні тамата гібриду Шеді Леді (середнє за вегетацію)

Показники, мг/л	Варіанти досліду							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Вміст вуглецю в фільтраті	35	23	17	20	29	22	15	21
Вміст вуглецю в поживному розчині	45	45	45	45	45	45	45	45

На всіх варіантах після 96 днів вегетації встановлювалося оптимальне значення (17-23 мг/л) для DWC системи вирощування. За винятком першого варіанту вирощування рослин на керамзиті без органічного покриття, для інших варіантів досліду відзначався однаковий характер динаміки водорозчинної органіки в фільтраті, з максимумом надходження органічної речовини в поживний розчин в період зав'язування та початку наливу плодів у рослин томату. Ймовірно, це пов'язано з посиленням фізіологічної активності рослин,

що вирощуються, й діяльності ефективних мікроорганізмів в даний період вегетації, що призводило до збагачення поживного розчину водорозчинними органічними речовинами. Нанесення плівки каолінової глини на поверхню частинок керамзиту призводило до збільшення питомої поверхні частинок, їхньої обмінної здатності, а також відбувалося додаткове збагачення трофічного середовища рослин макро- та мікроелементами [5].

Характер динаміки надходження водорозчинної органічної речовини до кореневої системи у варіантах із застосуванням спіненого скла показало значне збільшення надходження вуглецю в фільтрат до кінця проведення досліду, особливо у п’ятому варіанті, в якому спінене скло не обробляли сумішшю каолінової глини та вермичаю, досягаючи 29 мг/л розчину. У сьомому варіанті, де спінене скло оброблене сумішшю каолінової глини та вермичаєм, кількість водорозчинного вуглецю в 2,2 рази менше (13,2 мг/л), хоча й не перевищує критичний рівень його вмісту в поживному розчині. Вміст водорозчинного вуглецю в фільтраті поживного розчину для обох типів субстрату (керамзит та спінене скло) протягом усієї вегетації рослин томату невелика. В четвертому та восьмому варіантах з вирощуванням рослин томату з застосуванням ЕМ компосту відзначається збільшення надходження вуглецю до фільтрату поживного розчину на початку вегетації, потім зменшення його вмісту до середини та знову підвищення кількості вуглецю в поживному розчині до рівня, що не перевищує критичного до кінця проведення досліду.

Ймовірно, що попередня обробка спіненого скла органічною сумішшю, що містить органічні та мінеральні добавки, призводила до створення органомінеральних комплексів, що сприяють зниженню надходження в фільтрат поживного розчину надлишкових водорозчинних органічних речовин. Окрім того, глина спільно з вермичаєм, утворюючи міцні комплекси, сприяла структуруванню органічної складової субстратів вирощування – керамзиту та спіненого скла, тим самим покращуючи умови вирощування рослин [54].

Продуктивність рослин, вирощених на обробленій тирсі, збільшилася на 60 % порівняно з продуктивністю рослин, вирощених на тирсі без обробки (див.

табл.. 3.2).

В результаті обробки поверхні частинок керамзиту плівкою глини з вермичаєм, що є додатковим постачальником в поживне середовище рослин гумусових речовин, амінокислот, включаючи аспарагінову, глутамінову, а також гліцину, аланіну та гістидину, досягається найбільш сприятливе середовище для розвитку рослин з супутньою мікрофлорою, що призводить до збільшення продуктивності рослин томату - до 40 % порівняно з необробленим керамзитом.

Таблиця 3.2

Залежність продуктивності рослин томату гібриду Шеді Леді від складу субстрату (середнє за 2021-2022 роки).

Варіант досліду, склад субстрату	Продуктивність г/ рослину	Продуктивність в перерахунку кг/м^2
1. керамзит	750 ± 73	15,0
2. керамзит з плівкою з каолінової глини	830 ± 80	16,6
3. керамзит з плівкою з каолінової глини та вермичаю	1075 ± 84	21,5
4. керамзит з плівкою з каолінової глини + ЕМ компост 1:1	1370 ± 98	27,4
5. спінене скло	684 ± 75	13,7
6. спінене скло з плівкою з каолінової глини	872 ± 46	17,4
7. спінене скло з плівкою з каолінової глини+ вермичай	1067 ± 94	21,3
8. спінене скло з плівкою з каолінової глини + ЕМ компост 1:1	1108 ± 70	22,2

Введення в керамзит обробленого глиною та ЕМ компосту в обсязі 1:1 призводило до підвищення продуктивності рослин до 1370 г/рослина, що

склало збільшення врожаю в порівнянні з чистим керамзитом 80 %.

Анологічно, як і у разі вирощування рослин на керамзиті, обробленому глиною з біогумусом, так і при вирощуванні рослин на спіненому склі, попередньо дражованому аналогічною сумішшю, спостерігається збільшення продуктивності томату на 22 %, порівняно з спіненис склом без обробки. Збільшення продуктивності свідчить про поліпшення умов життєзабезпечення рослин, в силу тих самих обставин, які розбиралися вище при культивуванні рослин на керамзиті.

Зіставлення даних щодо вмісту водорозчинної органічної речовини в субстратах з даними продуктивності рослин томату показало, що кількість водорозчинних сполук у самих субстратах не є показником, що характеризує продуктивність рослин. Так, у субстратах розглянутих нами вище, що містять максимальну і мінімальну кількість водорозчинних сполук, спостерігається однакова нижча продуктивність порівняно з іншими субстратами. (див. табл.3.3).

Таблиця 3.3

Залежність продуктивності рослин томату гібриду Леді Шеді від показників якості плодів

Варіант досліду	Продуктивність г/ рослину	Продуктивність в перерахунку кг/ м^2	суха маса плодів %	Вміст нітратів мг/кг
1.	947 ± 70	18,9	5,7±0,4	81±8
2	1089 ± 85	21,8	6,6±0,3	99±8
3.	1226 ± 67	24,5	5,9±0,2	77±6
4.	1314 ± 75	26,3	6,4±0,3	89±7
5.	662 ± 75	13,4	5,8±0,3	82±7
6	772± 85	15,3	6,7±0,3	100±8
7.	858 ± 67	17,2	6,0±0,2	78±6
8.	920 ± 75	18,4	6,5±0,3	90±7

Проведені дослідження показали, що при конструюванні субстратів найбільш істотним критерієм у створенні сприятливого середовища для вирощування рослин є надходження з субстрату у поживний розчин водорозчинних органічних сполук. Визначення кількості водорозчинної органічної речовини у самих субстратах малоінформативне, оскільки протягом всієї вегетації рослин відбувається інтенсивна трансформація субстрату під дією коренів рослин із супутньою мікрофлорою (ефективні мікроорганізми вермичаю). Саме цей фактор, тобто життєдіяльність рослин, багато в чому надалі визначає надходження органічних сполук у поживний розчин [52].

Біохімічний аналіз якості плодів томату (див. табл.3.4), вирощених на різних за складом субстратах, показав, що найменший вміст у них сухої речовини спостерігається в рослинах, культивованих на варіанті п’ять та шість (5,3-5,5 %)

Таблиця 3.4

Вплив складу субстрату на біохімічний склад плодів томату гібриду Шеді Леді (середнє за 2021-2022 роки)

Номер варіанту	Суха речовина %	Нітрати мг/кг	Аскорбі-нова кислота мг/100г	Титруємі кислоти,%	Сума цукрів %	К*
1	5,7±0,3	81,0±±7,5	15,8±1,2	0,78±0,04	2,22±0,2	2,9
2	5,8±0,3	82,7±8,1	21,9±1,6	0,84±0,05	1,85±0,1	2,2
3	6,7±0,4	99,6±9,0	16,3±1,3	0,86±0,05	3,03±0,2	3,5
4	6,8±0,4	96,9±9,0	16,3±1,3	0,85±0,05	3,01±0,2	3,4
5	5,3±0,3	76,0±±7,5	14,9±1,2	0,73±0,04	2,09±0,2	2,7
6	5,5±0,3	77,7±8,1	20,6±1,6	0,79±0,05	1,74±0,1	2,1
7	6,0±0,2	77,9±6,8	15,3±1,2	0,67±0,03	1,6±0,1	2,5
8	6,4±0,3	89,5±7,9	17,8±1,3	0,73±0,04	2,5±0,2	3,0

К – цукрокислотний коефіцієнт.

Найбільший відсоток сухої речовини відзначається у плодах томату, отриманих при вирощуванні на керамзито-органічному та скло-органічному субстратах з Ем компостом (6,4-6,8 %). Вміст нітратного азоту за варіантами досліду відрізняється незначною мірою та становить від 77,7 до 99,6 мг/кг., що значно нижче ГДК для захищеного ґрунту, що становить 300 мг/кг. Вміст аскорбінової кислоти в плодах томату коливається досить сильно (від 15,3 до 21,9 мг/100г). Максимальна кількість аскорбінової кислоти (вітаміну С) відзначається в плодах томату, вирощених на керамзиті+каолінова глина - 21,9 мг/100г, а мінімальна у плодах томату, культивованих на спіненому скло+органічна компонента – 15,3 мг/100г.

Важливим показником при оцінці якості плодів є вміст суми цукрів, а також цукрокислотний коефіцієнт (відношення кількості цукру до кількості кислот), що визначає їх смак. Найвище значення цукрокислотного коефіцієнта спостерігається у рослин, вирощених на керамзит+ каолін+вермичай -3,5, потім на керамзит+ каолін+ЕМ компост – 3,4. Мінімальне значення даного показника відзначається в плодах рослин томату, культивованих на субстраті спінене скло+каолін та керамзит+каолін, й становить 2,1 та 2,2 відповідно.

Таким чином, вперше, при використанні DWC модулей з вирощування рослин на різних кореневмісних середовищах в умовах плівкових теплиць, досліджено динаміку надходження водорозчинної органічної речовини в фільтрат поживного розчину протягом усієї вегетації рослин. Проведені дослідження показали ефективність введення в субстрат на органічній основі (вермичай та ЕМ компост) тонкодисперсної мінеральної компоненти - каолінової глини або органо-мінеральної добавки у вигляді суміші каолінової глини із ЕМ компостом, для формування органно-мінеральних комплексів, що перешкоджають інтенсивному надходженню до фільтрату поживного розчину органічної речовини. Нанесення на поверхню частинок мінеральних або синтетичних субстратів дозованої тонкодисперсної органо-мінеральної компоненти (вермичай+каолінова глина), що обволікає всю поверхню

частинки, певною мірою дає можливість створення аналога ґрунтової частинки, на поверхні якої здійснюється інтенсивний маса- та енерго- обмін між нею та кореневою системою рослин із супутньою біотою, що в основному й визначає ріст та розвиток рослин, що культивуються за інтенсивними технологіями.

В нашим дослідженнях було встановдено, що найбільша продуктивність рослин томату сорту Леді Шеді, при вирощуванні в DWC модулях, була отримана при використанні субстратів: Біогумус, суміші керамзиту, обробленого глиною та вермичаєм, а також каоліновою глиною з ЕМ компостом співвідношенні 1:1. Тому саме ці субстрати можуть бути рекомендовані для вирощування рослин за умов інтенсивної світлокультури.

3.3. Вплив складу поживного розчину на продуктивність рослин томату при вирощування DWC модулях.

У науковій та виробничій літературі описані десятки складів поживних розчинів, розроблених для використання в системах культивування різних видів рослин. Рецептуру розчинів складали з урахуванням задоволення індивідуальних потреб рослин, що вирощуються в тих чи інших хімічних елементах, забезпечення довготривалості використання розчинів, стійкості в часі їх pH і т.д. Розроблено загальні вимоги до складу поживних розчинів для вирощування рослин на штучних субстратах: 1-поживні розчини повинні включати до свого складу всі необхідні для росту рослин поживні речовини у вигляді розчину макро та мікроелементів; 2- Співвідношення поживних речовин для складання поживного розчину підбирають за швидкістю поглинання їх з розчину в різні періоди вегетації рослини; 3 - Концентрація розчину повинна бути досить високою і в той же час нетоксичною для рослин; 4 - у поживних розчинах не повинно бути різкої різниці в поглинанні катіонів та аніонів, інакше може спостерігатися значне підкислення або підлужування розчину.

Найбільш відомими є розчини запропоновані Кнопом, Хогландом і Арноном, Жеріком, Чесноковим, Алієвим, поживний розчин, що застосовується

в Каліфорнійському університеті, розчин експериментальної станції в Нью-Джерсі.Збалансований склад мінерального харчування рослин протягом усього періоду вегетації рослин томату є одним із найефективніших факторів забезпечення їх високої продуктивності.

У роботі Гіля Л.С. [34] показано, що з постійному підтримці стабільної концентрації та співвідношення компонентів ПР, для цілорічного вирощування рослин томату можна ефективно використовувати той самий розчин протягом року, не змінюючи його складу залежно від етапу розвитку рослини. У той же час сучасні голландські тепличні технології культивування томату передбачають застосування диференційованих фаз розвитку рослин: стартового, стандартного та генеративного [7].

Оскільки голландські тепличні поживні розчини розробляли з метою задоволення потреб рослин томату, що змінюються протягом вегетації, в елементах живлення, для технологій інтенсивної світлокультури цікавить вивчення впливу на продуктивність томату ПР, що змінюються за фазами їх розвитку.

Для застосування в інтенсивних технологіях вирощування рослин томату з використанням DWC модулів [55] нами були розроблені три види поживних розчинів, призначених для використання в різні фази вегетації рослин томату: 1 модифікований розчин Кнопа, за кількісними характеристиками, близький до розчину Кнопа, але відрізняється від оригіналу великим вмістом калію і фосфору. Збільшення вмісту цих елементів у модифікованому розчині Кнопа обумовлено зростанням потреби у фосфорі та калії у рослин томату в період наливу плодів та плодоношення та сприяє кращому зростанню кореневої системи рослин, підвищенню продуктивності та покращенню якості продукції. Зокрема, оптимізація фосфорного живлення сприятливо впливає накопичення білкового азоту в плодах рослин та знижує рівень нітратних сполук [3]; 2 Розчин № А, призначений для живлення рослин томату до періоду масового цвітіння та початку зав'язування плодів містить, в порівнянні з розчином Кнопа, більша кількість всіх поживних елементів. У цей період у томату

спостерігається посилення ростових процесів, починається формування плодів на нижніх кистях та одночасне наростання вегетативних органів та у зв'язку з цим рослини томата більш активно споживають поживні елементи; 3 розчин № АВ також містить порівняно з розчином Кнопа більше поживних елементів, а стосовно вегетативного розчину містить більшу кількість калію, який необхідний для наливу плодів, збільшення вмісту органічних кислот у плодах, поліпшення смаку, а також сприяє рівномірному забарвленню плодів.

Вивчення впливу розроблених нами поживних розчинів на ріст, розвиток та продуктивність рослин томату в умовах плівкових теплиць, а також порівняння їх ефективності з розчинами Кнопа різної концентрації та тепличними голландськими поживними розчинами – стартовим та стандартним [43] проводили при використанні як об'єкт дослідження рослини томату сорту Леді Шеді. Томати вирощували у вегетаційній світлоустановці [50], середня опроміненість рослин у дослідах становила ~50 Вт/м^2. ФАР, тривалість світлового періоду 16 год/добу. Підтримували температуру повітря вдень 25±2ºС та 20±2ºС вночі. Відносна вологість повітря становила – 50-60 %. Досліджувані поживні розчини в субстрат – керамзит+каолін+ЕМ компост подавалися за допомогою розподільчого лужностійкого насосу через мікрокрапельниці [42]. На кожному виді поживного розчину вирощували по 11 рослин томату.

Для виявлення найбільш оптимального виду поживного розчину для вирощування рослин томату в умовах плівкових теплиць нами були випробувані такі розчини для інтенсивної гідропонної світлокультури: 1 - як контроль використовували розчин Кнопа; 2 -Розроблений модифікований розчин Кнопа; 3 - Розроблений поживний розчин №А; 4 - Розроблений поживний розчин № АВ; 5 - тепличні голландські поживні розчини, стартовий та стандартний. Склад та співвідношення елементів живлення у поживних розчинах, для вирощування рослин томату в умовах інтенсивної світлокультури представлені в таблицях 3.5. та 3.6.

Таблиця 3.5

Склад поживних розчинів, середнє за 2021-2022 роки.

Вид поживного розчину	Концентрація елементів живлення, мг/л					
	азот нітратів	азот амонійний	фосфор	калій	кальцій	магній
Розчин Кнопа	154	-	56	167	170	24
Розчин Кнопа подвійний	308	-	112	334	340	48
Розчин Кнопа½ концентрації	77	-	28	84	85	12
Модифікований розчин Кнопа	155	-	115	330	158	24
Голландський стартови йрозчин	231	19,6	62	288	208	65,7
Голландский стандартний розчин	193	14	46,5	292	212	65
Розчин № А	228	4	60	279	224	67
Розчин № АВ	219	3	60	366	209	67

При дослідженні впливу поживного розчину на продуктивність рослин томату їх використовували у різні фази розвитку томатів в такій послідовності: Протягом усієї вегетації рослини томату вирощували на розчині Кнопа; До цвітіння рослини томату вирощували на розчині Кнопа 50 % концентрації. У період зав'язування та наливу плодів застосовували модифікований розчин Кнопа. Для порівняння впливу якісного складу поживних елементів на продуктивність рослини вирощували протягом усієї вегетації з використанням голландського стандартного розчину; Рослини томату до цвітіння вирощували з використанням голландського стартового розчину, а потім переходили на стандартний голландський розчин; Рослини томату вирощували на розроблених нами поживних розчинах, склад яких змінювали фазами вегетації рослин. Розчин № А використовували до масового цвітіння рослин та початку зав'язування плодів та розчин № АВ – у період плодоношення.

Таблиця 3.6

Співвідношення хімічних елементів у поживному розчині.

Поживні розчини для DWC модулей	Співвідношення елементів в поживному розчині			
	K:N	K : Ca	Ca: Mg	N: P
Розчин Кнопа	1,1	1,0	7,1	2,8
Розчин Кнопа 50 % концетрації	1,1	1,0	7,1	2,8
Розчин Кнопа подвійний	1,2	1,1	7,1	2,8
Модифікований розчин Кнопа	2,1	2,6	5,3	1,3
Стартовий голландьский розчин	1,1	1,4	3,2	4,0
Стандартний голландський розчин	1,4	1,4	3,3	4,4
розчин №А	1,2	1,4	3,3	3,8
розчин №АВ	1,7	1,8	3,2	3,7

Аналіз отриманих результатів проведених досліджень виявив залежність продуктивності рослин томату від кількісного складу поживних елементів у досліджуваних розчинах. Найбільше співвідношення значень K:N відзначено модифікованому варіанті розчину Кнопа, найменше в розчині Кнопа одинарної концентрації та в голландському стартовому розчині. За цим показником розроблений розчин №АВ наближається до модифікованого розчину Кнопа, а стандартний голландський розчин та розроблений розчин №А займають проміжне положення. Загальноприйнятим фактом є те, що найбільш оптимальним співвідношенням азоту до калію в період зав'язування та наливу плодів є співвідношення від 1:2 до 1:1,7 [50]. Співвідношення калію до кальцію також найменше в розчині Кнопа, найбільше значення цього співвідношення зазначено в модифікованому розчині Кнопа та в генеративному поживному розчині, проміжно-однакове в обох голландських розчинах та вегетативному поживному розчині. Порушення в балансі калію до кальцію може спричинити вершинну гниль у плодах томату [10].

Співвідношення кальцію до магнію найбільше в розчині Кнопа та

модифікованому розчині, у всіх інших розчинах воно однаково й становить 3,2. Співвідношення Ca:Mg є важливим для забезпечення нормального росту кореневої системи рослин, а також при дозріванні плодів. Рекомендується підтримувати це співвідношення в поживному розчині протягом вегетації на рівні 1: 4 [43].

Найбільше співвідношення азоту до фосфору, що дорівнює 4, відзначено в голландських розчинах, найменше в модернізованому розчині Кнопа. Проміжне місце за цим показником займають розчин Кнопа та розчини №А та №АВ. Співвідношення азоту до фосфору також може змінюватись за фазами вегетації рослин. У першій половині вегетації рослин до цвітіння та початку зав'язування плодів дане співвідношення може бути близько 2, у період наливу плодів досягатиме 3.

Продуктивність рослин томату сорту Шеді Леді, що культивуються на різних поживних розчинах, наведено в таблиці 3.7 (див. дод. А та Б).

Таблиця 3.7

Продуктивність рослин томату Шеді Леді вирощених на різних за кількісним складом поживних розчинів

Варіант	Кількість плодів, шт	Средня маса плоду, г	Маса Плодів, г/ рослину	% до контролю	маса плодівз $м^2$,г
1	2	3	4	5	6
Розчин Кнопа	118	42,0 ± 5,6	451 ± 45	100 ± 10	9027
Розчин Кнопа 200%	116	44,7 ± 6,1	477 ± 57	106 ± 12	9540
Розчин Кнопа½ концентрації	120	36,5 ± 4,9	398 ± 59	88± 15	7972
Модифікований розчин Кнопа	105	43,3 ± 5,8	413 ± 66	92± 16	8280

Продовження таблиці 3.7

1	2	3	4	5	6
Голландський стартовий розчин	126	42,1 ± 4,7	482 ± 58	107 ± 12	9646
Голландський стандартний розчин	121	44,5 ± 5,3	489 ± 88	108 ± 18	9792
Розчин № А	115	41,9 ± 5,5	520 ± 62*	114 ± 11*	10100*
Розчин № АВ	117	50,9 ± 5,5	560 ± 62*	124 ± 11*	11200*

* Значення достовірно відрізняються від контрольного при 5 % рівні значимості

Рослини томату вирощені з використанням модифікованого розчину Кнопа на 6 %.були більш продуктивними, ніж томати, вирощені на класичному розчині Кнопа. Продуктивність у вирощуваних рослин знижувалася при використанні 50 % розчину Кнопа на 12 %, а поживному Голландському стартовому розчині на 8 %.

Застосування голландських розчинів збільшувало продуктивність рослин томата порівняно з звичайним розчином Кнопа - на 7 % та 8 % відповідно. Використання розроблених нами поживних розчинів № А та № АВ на 25 % підвищувалоє продуктивність рослин томату порівняно з продуктивністю рослин, вирощених на розчині Кнопа.

Таким чином, проведені дослідження ефективності вирощування рослин томату в DWC модулях при інтенсивній світлокультури, з використанням насосу подачі живильного розчину в кореневміщуюче середовище, показали, що найбільш перспективними для даної системи вирощування рослин є розроблені нами диференційовані по фазах розвитку рослин поживні розчини №А та №АВ.

Додатковим свідчення збалансованості елементів живлення в рецептурі поживного розчину є показник загальної продуктивності рослин томату та

товарність, отриманої продукції (див. табл.. 3.8).

Таблиця 3.8

Загальна продуктивність рослин томату за одну сівозміну, вирощених на різних за кількісним складом поживних розчинів

Вид поживного розчину	Висота рослин, см	Маса плоду, г	Маса кг/рослину	Маса плодів кг/м^2	Зелена маса кг/м^2	Вихід товарної продукції, %
Розчин Кнопа	50	56,0	1.01	20,160	9,52	67,9
Розчин Кнопа подвійний	57	64,9	1,10	22,080	9,64	76,0
Розчин Кнопа½ концентрації	32	55,2	1,00	19,900	8,8	69,3
Модифікований розчин Кнопа	59	43,9	1,28	**25,500**	8,10	75,8
Голландський стартови йрозчин	47	61,7	1,17	23,460	7,24	76,4
Голландский стандартний розчин	59	41,6	1,17	23,320	9,12	71,8
Розчин № А	62	34,9	1,33	**26,560**	10,72	71,2
Розчин № АВ	65	86,9	1,48	**29,560**	9,08	76,5
$НІР_{05}$	5,2	7,6	0,18	2,3	1,22	6,3

Порівняння показників загальної продуктивності гібриду томату Шеді Леді, вирощеному на різних типах поживних розчинів показало, що найбільша врожайність за вибраних умов вирощування отримана при використанні розроблених нами розчинів: АВ, А та модифікованого розчину Кнопа. При їх використанні найбільшау маса плодів з 1 рослини: 1,48 кг, 1,33 кг та 1,28 кг - відповідно. Висота рослин томату варіювала від 32 см при використання 50 % розчину Кнопа до 62-65 см (розчинів А та АВ).

Результати проведених досліджень показують на значну залежність загальної продуктивності рослин томату, вибраних для культивування в умовах плівкових теплиць, від архітектоніки рослин, що вирощуються. Рослини томату

сорту Леді Шеді відрізнялися ажурною конфігурацією куща та невеликими розмірами листових пластинок, що забезпечувало хорошу освітленість усієї рослини та найвищу їх продуктивність - .29560 г/м^2. Продуктивність при використанні модифікованого розчину Кнопа була найнижчою серед трьох найбільш збалансованих рецептур, при вирощуванні в інтенсивній світлокультурі і склала 25500 г/м^2.

Аналіз співвідношення загальної врожайності та зеленої маси показав високий вихід товарної продукції з квадратного метра корисної площі, що може вказувати на високу ефективність асиміляційної роботи листя при використанні обраних поживних розчинів.

В результаті виконаних досліджень розроблено концепцію цілорічного виробництва різноманітної рослинної продукції у спеціальних культиваційних спорудах. Вирощування в умовах плівкових теплиць томатів проводиться в розроблених нами енергоекономічних DWC модулей з використанням інтенсивних технологій світлокультури, що найменше забруднюють довкілля.

Інтенсивні технології цілорічного виробництва овочевої продукції, що застосовуються в умовах плівкових теплиць, передбачають можливість використання в системах життєзабезпечення рослин як широко застосовуваних в овочівництві захищеного ґрунту ґрунтозамінників та поживних розчинів, так і розроблених нами для підвищення продуктивності рослин, що вирощуються.

Універсальність розробленого вегетаційного обладнання дозволяє використовувати його для позасезонного вирощування високоякісних овочів в умовах четвертої світлової зони України та виробництва дефіцитної сировини для фармацевтичної або парфумерної промисловості в решту року. Продуктивність розробленої нами системи визначається кількістю розміщених у ній DWC моду. Перспективність цілорічного виробництва свіжих овочів, зокрема томату, за розробленими нами технологіями світлокультури в умовах плівкових теплиць, пов'язана з високими харчовими цінностями виробленої продукції, вільної від забруднення важкими металами та іншими шкідливими для здоров'я речовинами.

РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ТОМАТУ В УМОВАХ РЕГУЛЬОВАНОЇ АГРОЕКОСИСТЕМИ

Показники економічної ефективності розраховані фактичними даними врожайності, а також витратами на вирощування та збирання, що склалися у 2021 році. Розрахунок економічної ефективності показав, що рентабельність вирощування томату Леді Шеді в умовах регульованої агроекосистеми плівкової теплиці четвертої світової зони України залежить переважно від виду поживного розчину, ніж від густоти стояння рослин.

Аналіз експериментальних даних наочно демонструє, що вирощування томату Леді Шеді в умовах плівкової теплиці при використанні субстрату виготовлено з спіненого скла економічно не доцільно, так як його поверхня недостатньо утримує органічну компоненту і витрачається більше поживного розчину, що призводить до збільшення витрат на вирощування томату та не призводить до збільшення врожаю порівняно з керамзитовим субстратом, а навпаки знижує його (див. табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Економічна ефективність вирощування томату гібриду Шеді Леді у перерахунку на 1 га (в цінах 2021 року)

Показники	Субстрат на основі керамзиту при густоті посадки рослин			Субстрат на основі спіненого скла при густоті посадки		
	4,1росл./м^2	4,8росл./м^2	5,7росл./м^2	4,1росл./м^2	4,8росл./м^2	5,7росл./м^2
1	2	3	4	5	6	7
Врожайність, т/га	46,1	47,0	47,4	43,0	44,2	44,3
Середня ціна реалізації, тис. грн./т	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
Вартість продукції,тис. грн.	1844	1880	1896	1720	1768	1772

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5	6	7
Витрати на вирощування, тис. грн.	900,0	950,0	1000,0	900,0	950,0	1000,0
Вартість розсади, тис. грн.	164,0	192,0	228,0	410,0	480,0	570,0
Всього витрат, тис. грн.	1064,0	1142,0	1228,0	1310,0	1430,0	1570,0
Прибуток, тис. грн.	780,0	738,0	668,0	410,0	338,0	202,0
Рівень рентабельності, %	73,3	64,6	54,4	31,3	23,6	12,8

Так рівень рентабельності вирощування томату Шеді Леді з використання спіненого скла в якості субстрату у випадках з густотою 4,1; 4,8 та 5,7 росл./м^2 становив 31,3; 23,6 та 12,8 % й був нижчим, ніж в аналогічних варіантах з використанням керамзиту на 40,0; 41,0 та 41,6 %, відповідно.

У випадках з керамзитовим субстратом рівень рентабельності вирощування був вищим, ніж в аналогічних випадках з субстратом зі спіненого скла, а також у випадках з густотою 4,1; 4,8 та 5,7 росл/м^2 становив 73,3; 64,6 та 54,4 %, відповідно. З даних таблиці видно, що при вирощуванні томату Шеді Леді в умовах плівкової теплиці з регульованим мікрокліматом як з субстратом зі спіненого скла, так і з керамзитовим зі збільшенням густоти стояння рослин з 4,1 до 4,8 та до 5,7 росл./м^2 врожайність збільшується незначно (на 1,2; 0,9 та 1,3 т/га, відповідно), при істотно зростаючих витратах на вирощування (в основному через більшу вартість витрату поживного розчину).

Тому найвищий розрахунковий прибуток (780,0 тис. грн. з 1 га) та найвищий рівень рентабельності 73,3 % отримано при вирощуванні плодів томату Шеді Леді з використання в якості субстрату керамзиту при забезпеченні мінімальної густоти стояння 4,1 росл./м^2.

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ ПРИВИРОЩУВАННІ ДЕТЕРМІНАНТНИХ ГІБРИДІВ ТОМАТУ В УМОВАХ ПЛІВКОВИХ ТЕПЛИЦЬ

5.1. Розробка заходів по запобіганню дії небезпечних та шкідливих виробничих факторів та покращенню умов праці працівників теплиці.

Виробництво томатів умовах захищеного ґрунту сьогодні стає все більш затребуваним бізнесом. Однак під час експлуатації діючих та створення нових підприємств необхідно обов'язково враховувати проблеми з охороною праці співробітників, щоб робота у цій сфері була привабливою, а плинність кадрів - мінімальною.

Дослідження медичних установ та наукових інститутів показують, що у персоналу підприємств захищеного ґрунту за період виробничої діяльності накопичується безліч досить виражених проблем зі здоров'ям, які не характерні для працюючих у більшості інших галузей економіки. Насамперед у співробітників тепличних комбінатів виявляються функціональні порушення центральної нервової системи.

Персонал, зайнятий вирощуванням томатів у захищеному ґрунті, піддається впливу комплексу несприятливих виробничих факторів. Вони не тільки викликають у співробітників незадоволеність умовами праці, але і є основною причиною розвитку різних захворювань, при виникненні яких можуть мати значення шкідливі хімічні речовини. Особливо небезпечні для людей різні отрутохімікати, компоненти біологічних препаратів, у тому числі суперечки грибів, органічний пил, а також інші фактори, чию дію на фоні високої температури та вологості зазнають працівники теплиць.

У структурі захворюваності з тимчасовою втратою працездатності основна питома вага припадає на хвороби органів дихання, шкіри та підшкірної клітковини, нервової, сечостатевої та кровоносної систем.Безліч несприятливих виробничих умов у тепличних комбінатах одночасно з відсутністю необхідних заходів профілактики сприяють появі професійних захворювань із

відповідними наслідками як для співробітників, так і для роботодавців. Тому керівники підприємств захищеного ґрунту повинні оцінювати реальні втрати виробництва від хвороб персоналу та розуміти, що запобігання цим захворюванням є вигідним. Тим паче важливо не допустити розвитку професійних хвороб.

Перед проведенням будь-яких заходів з охорони праці необхідно зрозуміти, наскільки велика проблема на підприємстві. Для цього фактичні втрати робочого часу, що виражаються кількістю днів на 100 працівників, слід порівняти з розрахунковою величиною збитків за сприятливих умов праці. Якщо фактичні втрати робочого часу виявляться більшими за розрахункові показники, то це явна ознака проблем з умовами діяльності в компанії та сигнал до проведення комплексу відповідних заходів [13, 27].

Профілактичні заходи щодо боротьби з професійними захворюваннями на підприємствах захищеного ґрунту можна розділити на кілька груп. Першу становлять дії, які мають бути виконані кожному виробництві шляхом усунення недоліків, виявлених під час проведення спеціальної оцінки робочих місць. Насамперед, слід провести технічні вдосконалення з метою подолання професійних факторів шкідливості, наприклад модернізацію систем вентиляції для максимального наближення реальних параметрів мікроклімату робочих приміщень та теплиць до допустимих для персоналу за рахунок покращення повітрообміну та пристроїв пиловловлювачів та інші.

До другої групи належать оздоровчі заходи. Основна умова нешкідливої праці, попередження фізичних навантажень, виробничо обумовлених та професійних захворювань працівників теплиць – підвищення рівня механізації та автоматизації трудової діяльності. В даному випадку мається на увазі забезпечення безпеки під час здійснення операцій із захисту рослин із застосуванням сильнодіючих пестицидів. При запилюванні чи обприскуванні культур отрутохімікатами необхідно виключити присутність людини у цьому процесі. Крім цього, слід активніше впроваджувати біологічні методи захисту рослин, біонутриенти та імуномодулятори, за допомогою яких підвищується

загальна та специфічна резистентність посадок, а також коефіцієнт використання поживних речовин із мінеральних добрив.

5.2. Розробка заходів з охорони довкілля при вирощуванні томату в плівкових теплицях.

У процесі вирощування томату в умовах плівкових теплиць працівників стимулюють, раціонально використовувати матеріальні та енергетичні ресурси, дотримуватися нормативів шкідливих впливів на навколишнє природне середовище відповідно до вимог природоохоронного законодавства України [35].

В тепличному господарстві впроваджені наступні заходи з охорони довкілля:

1) забезпечити своєчасне проходження працівниками попередніх та періодичних медичних оглядів;

2) організувати проведення навчання та перевірки знань з питань охорони праці посадових осіб та інших працівників протягом трудової діяльності;

3) встановити контроль за забезпеченням працівників спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту, миючими та знешкоджуючими засобами;

4) забезпечити працівників, зайнятих на роботах з важкими та шкідливими умовами праці, лікувально-профілактичним харчуванням, молоком або рівноцінними харчовими продуктами, а також газованою солоною водою тощо;

5) організувати проведення атестації робочих місць за умовами праці.

Проведений аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які можуть виникнути при вирощуванні томату із застосуванням гідропонних систем DWC модулей в плівкових теплицях. дозволив встановити найбільш несприятливі із них та розробити заходи щодо зменшення їх впливу на працівників та довкілля.

Ці заходи дозволять покращити як умови праці, так і попередити можливу дію на працівників небезпечних та особливо, вкрай шкідливих виробничих факторів. А це в свою чергу дозволить значно знизити техногенний тиск на здоровя працівників та навколишнє природне середовище.

Висновки

1. Розроблено концепцію організації спеціальних світлонезалежних культиваційних споруд (СКС) для цілорічного виробництва томату. Для культивування в СКС рослин томату розроблені технології світлокультури, що найменше забруднюють навколишнє середовище. Структура виробництва та експлуатаційні характеристики технологічного обладнання забезпечують можливість вирощування в СКС практично будь-яких видів овочевих, лікарських та інших видів/г рослин.

2. Вперше, при вирощуванні рослин в умовах плівкових теплиць на різних поживних середовищах, досліджено динаміку надходження водорозчинної органічної речовини в поживний розчин протягом усієї вегетації рослин. При створенні грунтозаміниючого субстрату на органічній основі (вермичаю та ЕМ компосту) показано ефективність введення тонкодисперсної мінеральної компоненти - каолінової глини, або суміші каолінової глини з вермичаєм, для формування органно-мінеральних комплексів, що перешкоджають надмірному надходженню органічної речовини в поживний розчин.

3.Встановлено, що нанесення на поверхню мінерального субстрату - керамзиту або синтетичного спіненого скла, дозованої тонкодисперсної органно-мінеральної компоненти (вермичай+кеаолінова глина), створюється найбільш сприятливе середовище для розвитку та функціонування кореневої системи рослин та збільшення продуктивності томату до 40 %.

4 Доведено, що найбільша продуктивність рослин томату гібриду Шеді Леді, при вирощуванні в DWC модулях, була отримана при використанні субстратів: ЕМ компост, суміші керамзиту, обробленого глиною та вермичаєм, з у співвідношенні 1:1, спіненого скла, оброблених сумішшю каолінової глини та ЕМ компосту. Всі ці середовища вирощування можуть бути рекомендовані для вирощування рослин за умов інтенсивної світлокультури.

5. Встановлено, що використання розроблених нами поживних розчинів №А та №АВ, диференційованих за фазами розвитку рослин, підвищує

продуктивність томату сорту Шеді Леді порівняно з продуктивністю рослин, вирощених на розчині Кнопу на 25 %..

6. Розроблено основні положення технології вирощування рослин, призначеної для вирощування томату та інших овочевих культур у спеціальних культиваційних спорудах – регульованих агроекосистемах.

СПИСОК ВИКОРИСТАННИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методика експертизи сортів на відмітність, однорідність та стабільність (ВОС). Овочеві, баштанні культури та картопля // Охорона прав на сорти рослин. Офіційний бюлетень. / Мінагрополітинки України, Держслужба з охорони прав на сорти рослин. К., 2004. № 1, ч. 2. 252 с.

2. Грекова Н.В., Лазарева О.М, Любович О.А., Онопрієнко Д.М., Шемавньов В.І. Овочівництво відкритого грунту: Навчальний посібник / За ред.- професора Шемавньова В.І. Дніпропетровськ: ДДАУ, 2010. 470 с.

3. Кузьоменський О.В. Способи поліпшення хіміко-технологічних ознак плодів гібридів томату першого покоління // Вісник аграрної науки. 2005. № 11. С. 54-58.

4. Андрюшко А. Приклад ефективного маркетингу плодоовочевої продукції в Польщі. [Електронний ресурс] / А. Андрюшко. Режим доступу: http://www.docme.ru/doc/121792/progurtov%D1%96-rinki (дата звернення 14.09.2022 року).

5 Сєвідова І. О., Стан,проблеми та перспективи розвитку овочівництва в Україні /І. О. Сєвідова, Л. О. Лещенко, Інвестиції: практика та досвід № 12. 2017. С.28.

6. Дирка А.М. Вплив субстрату на продуктивність томатув умовах плівкових теплиць. Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур: матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції (м. Кропивницький, 17-18 листопада 2022 р), ЦНТУ, 2022 С.

7. Гурін М.В. Джерела та донори. Генетичні ресурси рослин, 2012, № 10/11 С.23.

8. Книш В.І., Наумов А.Ю. Безрозсадна технологія вирощування томата за краплинного зрошення. Овощеводство. Київ: (Юнівест медіа). С. 24–28.

9. Самовол А.П. Нетрадиционные методы селекции овощных и бахчевых видов растений К.: Аграр. наука., 2014. 96 с.

10. Кравченко В.А., Приліпка О.В. Методика і техніка селекційної роботи

з томатом. К.: Аграрна наука, 2001. – 84 с.

11. Сучасні методи селекції овочевих і баштанних культур // За ред. д. с.-г. наук, проф., членкор. УААН Т.К. Горової та к. с.-г. наук К.І. Яковенка. Харків, 2001. 144 с.

12. Томат (генетичні основи селекції) Монографія / За наук. Ред. О.П. Самовола, О.М. Могильної. Вінниця: ТОВ 61 «Нілан-ЛТД» 2018. 417 с.

13. Сидора В.В. Проблеми системного підходу в економіці // Формування та розвиток маркетингу на ринку овочевої продукції № 4 (60). 2017. С.21.

14. Сєвідова І.О. Пріоритетні напрями реалізації експортоорієнтованої стратегії аграрними підприємствами. Економіка та держава. №2. 2018. С. 46-49.

15. Лишенко М.О Основні тенденції збуту та формування цін на овочі в Україні. . Економіка і суспільство. 2016. Вип. 5 С. 207-215.

16. Царук Н.Г. Основні чинники активізації розвитку овочівництва в Україні. Економічні науки. Сер.: Економіка та менеджмент. 2012. Вип. 9(2). С. 558.

17. Лимар В.А., Кащеєв О.Я. Ефективність вирощування томата безрозсадного при краплинному зрошенні. Вісник аграрної науки: наук.-теорет. журнал. 2011. Вип. 1 (693). С. 52–57.

18. Вирощування томата у плівкових теплицях (рекомендації) / Яровий Г. І., Абросімова Г. Л., Онищенко О. І. [та ін.]. Х. Плеяда, 2008. 20 с.

19. Білик М. О. Захист овочевих культур від хвороб і шкідників у закритому ґрунті. Х. Еспада, 2003. 464 с.

20. Азарков О. М. Хвороби в’янення томата закритого ґрунту – симптоми та діагностика. Карантин і захист рослин. 2008. № 6. С. 26.

21. Пересипкін В.Ф. Сільськогосподарська фітопатологія. К.: Аграрна освіта, 2000. 415 с.

22. Плугатарьова Т.І. Інтенсифікація овочівництва як вимога продовольчої безпеки, Т.І. Плугатарьова, Економіка АПК. 2012. № 4. С. 166-169.

23. Богданов С.И. Анализ и прогнозирование себестоимости овощной 62

сельскохозяйственной продукции закрытого грунта Бізнес-інформ. 2012. № 4. С. 114-116.

24. Мазур Н.А. Вплив держави на розвиток продовольчого ринку в Україні. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2011. Вип. 4 (61). Т.1. С. 113-119.

25. Мірошниченко Н. В. Вплив фонів живлення на урожайність та якість плодів томатів за вирощування на зрошенні півдня України. Студентський науковий вісник. Миколаїв, 2010. Випуск 2 (3). Частина 3. Аграрні науки. С. 9-15

26. Люта Ю. О. Новий сорт томата Кіммерієць. Зрошуване землеробство: міжвід. темат. наук. зб. Херсон, 2007. Вип.48. С. 219

27. Кучер А. В. Економіка застосування мінеральних добрив. Пропозиція. Спецвипуск. 2016. №1. С. 10

28. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України Редкол.: М.В. Зубець та ін. К.: Аграрна наука, 2010. 986 с.

29. Сучасні технології в овочівництві; за ред. К.І. Яковенка. Х.: ІОБ УААН, 2001. 128 с.

30. Наукові основи охорони та раціонального використання зрошуваних земель України / За ред. С.А Балюка, М.І. Ромащенка, В.А. Сташука. К.: Аграрна наука, 2009. 624 с.

31. Науково-практичні підходи селекції і насінництва буряку столового. Теорія і практика; за ред. С.І. Корнієнка. Х., 2013. 136 с.

32. Ківер В.Х. Вплив способів, строків і видів застосування мінеральних добрив на поживний режим ґрунту та продуктивність кукурудзи. Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. 2011. № 1 С.76–80.

33. Божко Л.Ю. Оцінка агрокліматичних умов формування продуктивності овочевих культур в Україні. Український гідрометеорологічний журнал, 17. с. 70-78.

34. Гіль Л.С. Сучасні технології овочівництва в закритого і відкритого 63 грунту Л.С. Гіль, А.І. Пашковський, Л.Т. Суліма Ч.1. Закритий грунт.

Навчальний посібник. Вінниця. Нова Книга, 2008 368с.

35. КучеренкоТ.О., Экономическая эффективность выращивания овощей открытого грунт Т.О. Кучеренко. Овощеводство .2014 №11.-С.28.

36. Чайка Т. А. Генетически модифицированные организмы в сельском хозяйстве: перспективы и . Научные исследования – основа модернизации сельскохозяйственного производства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 9 нояб. 2011 г. Тюмень,. Россия. 2011. С. 143.

37. Медведєв В.В. Грунти й українське суспільство в XXI столітті . Агрохімія і грунтознавство (спец. вип.). Харків, 2002. Книга І. С. 7

38. Нетрадиционные методы селекции овощных и бахчевых растений; под ред. А.П. Самовола. К.: Аграр. наука, 2014. 96 с

39. Сидорчук О.В, Кабар В.М. Системно-подієвий підхід до управління технологічним ризиком в проектах механізованого хімічного захисту рослин обприскуванням // Статистичний щорічник „Сільське господарство України" за 2002 рік/ Державний комітет статистики: Під заг. керівництвом Ю.М. Остапчука. К., 2003. 319с.

40. Насінництво і насіннєзнавство овочевих і баштанних культур; за ред. Т.К. Горової. К.: Аграр. наука, 2003. 328 с.

41. Скупський Р. М. Промислове овочівництво: моніторинг сучасних проблем розвитку галузі. Всеукраїнський науковиробничий журнал «Сталий розвиток економіки». 2012. № 7 (17). С. 332.

42. Ковальов М.М., Звєздун О.М., Михайлова Дарія. Порівняння ефективності вирощування розсади Thladiantha Dubia в ґрунтовому середовищі і гідропонних системах. Науковий журнал «Водні біоресурси та аквакультура» Вип. 2. Видавничий дім «Гельветика», 2020. С..20-28.

43. Ковальов М.М. Вплив іонного складу поживного середовища на вирощування ремонтантних сортів полуниці в гідропонних колонах. *Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. Сільськогосподарські науки.* Вип. 116 Видавничий дім «Гельветика», 2020. С..104-111.

44. Кравченко В. А. Помідор: селекція, насінництво, технології / В. А.

Кравченко, О. В. Приліпка. Київ: Аграрна наука, 2007. 404 с.

45. Філіп’єв, І. Д. Вплив зрошення і густоти стояння рослин на винос елементів живлення посівними томатами на півдні України. Таврійський науковий вісник: Збірник наукових праць. Херсон: Айлант, 64 2004. Вип. 34. С. 125–127.

46. Кальченко С. В. Організація ефективного функціонування овочівництва в регіоні. Економіка АПК. 2004. № 8. С. 72.

47. Андрусяк В. М. Аналіз стану виробництва овочів відкритого ґрунту. Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького ; за ред. А. І. Кузьмінського. Черкаси, 2007. № 153. С. 68.

48. Україна: основні тенденції взаємодії суспільства і природи у XX ст. (географічний аспект); [за ред. Л.Г. Руденка]. К. : Академперіодика, 2005. С. 74–77.

49. Витоптова В.А., Бондаренко Н.А. Еколого-економічні особливості крапельного зрошення. Системи обробки інформації. Таврійський державний агротехнологічний університет. Мелітополь:2013. С.12

50. Ковальов М.М. Вплив параметрів мікроклімату на вирощування мікрозелені в умовах гідропонної купольної теплиці. Овочівництво і баштанництво: історичні аспекти, сучасний стан, проблеми і перспективи розвитку: Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції (у рамках VII наукового форуму «Науковий тиждень у Крутах – 2022», 1-2 березня 2022 р., с. Крути, Чернігівська обл.) / ДС «Маяк» ІОБ НААН. Обухів: Друкарня ФОП Гуляєва В.М., 2022. С. 241-251

51.Ковальов М.М., Васильковська К.В. Перспективи розвитку тепличного господарства в Україні. Аграрні науки та продовольство в сучасній системі освіти: взаємини та протидії. матеріали науково-педагогічне підвищення кваліфікації у галузі аграрних наук та продовольства, м. Одеса, 2 серпня-10 вересня 2021 року Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2021. С.33-37

52. Гончаренко Є.М, Ковальов М.М. Вплив рівня освітленості на вирощування овочевої розсади в умовах гідропонної купольної теплиці.

Матеріали XVII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів «Стан та перспективи розвитку агропромислового виробництва України»//Вісник Степу (25 березня 2021 року). Вінниця: «ТВОРИ» Вип. 18. 2021. С. 52-58.

53. Ковальов М.М., Васильковська К.В., Резніченко В.П., Мостіпан М.І. Спосіб приготування компостів на основі осадів стічних вод за допомогою ЕМ-препаратів. Пат. 143338 U Україна, МПК (2020.01) C05F 17/00. заявник і патентотримач Центральноукраїнський національний технічний університет – № u202000404; заявл. 24.01.2020; опубл. 27.07.2020, Бюл. № 14.

54. Ковальов М.М., Звєздун О.М., Резніченко В.П. Отримання ЕМ компосту за використання ЕМ препаратів. Матеріали ІІ міжнародної наукової інтернет-конференції «Сучасний стан науки в сільському господарстві та природокористуванні: теорія і практика». 2020. Тернопіль. С. 78-80.

55. Середенко Д.С., Ковальов М.М. Вирощування живців винограду в DWC системах на різних типах субстратів. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Досягнення та перспективи галузі виробництва, переробки і зберігання сільськогосподарської продукції». Кропивницький: ЦНТУ. 2021. С.9-12.

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця 1

Склад поживних розчинів для вирощування томату

Назва добрива	Розроблений склад поживного розчину №А I варіант, кг, л	Стандартний склад поживного розчину№АВ II варіант, кг, л
Ємність А		
Розчин лугу	0,8 кг	0,8 кг
Нітрат калію	45 кг	40кг
Сульфат калію	4 кг	6 кг
Сульфат магнію	28кг	35кг
Монокалій фосфат	13,6 кг	16кг
Сульфат марганцю	250 г	170 г
Сульфат цинку	100 г	200 г
Бура	190 г	140 г
Сульфат міді	16 г	19г
Молібдат амонію	12г	12г
Ємність Б		
Нітрат кальцію	74 кг	6 кг
Нітрат калію	12,5 кг	17,4 кг
Брексіл залізо	2,6 кг	2 кг
Аміачна селітра	1,1 кг	2 кг

Додаток Б

Таблиця *2*

Поживні розчини для DWC модулей

Назва добрива	Склад модифікованого поживного розчину за Кноппом, г/л	Стандартний склад стандартного голандського поживного розчину, г/ л	Стандартний склад стартового голандського поживного розчину , г/ л
Ємність А			
Монофосфат калію	0,22	0,140	-
Калійна селітра	0,44	0,550	0,5
Сульфат магнію (кристалічний)	0,53	0,140	0,3
Сульфат заліза (двовалентний)	250 г	0,020	0,022
Сульфат марганцю	100 г	0,002	0,0019
Бура	-	0,002	-
Сульфат цинку	-	0,001	0,0002
Сульфат міді	-	0,001	0,0002
Сульфат калію	0,26	-	-
Суперфосфат простий	-	-	0,55
Амонійна селітра	-	-	0,2
Сірчана кислота	-	-	0,0009
Борна кислота	-	-	0,0029
Ємність Б			
ЕМ 3	140	-	-
Кальцієва селітра	0,99	0,100	-
ЕМ 5 (модифікований)	260	-	-
ЕМ Агро	125	-	-