

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра механіки та інженерії
агроекосистем

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Богданов Денис Андрійович

УДК 631.589

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ
І РЕЖИМІВ РОБОТИ МІНІ-СИСТЕМИ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ
ЗЕЛЕНОЇ ВІТАМІННОЇ ПРОДУКЦІЇ

208 „Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня магістра

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

_____ Д. А. Богданов

Керівник роботи
Б.А. Шелудченко
К.т.н., професор

Житомир – 2021

ЗМІСТ

Анотація	3
Вступ	4
РОЗДІЛ I. Гідропоніка як альтернативний метод вирощування рослинної продукції	6
1.1. Доцільність використання альтернативних методів рослинництва	6
1.2. Особливості альтернативних методів вирощування	9
1.3. Переваги та недоліки гідропоніки	11
РОЗДІЛ II. конструктивні особливості і види гідропонних установок	13
2.1. Конструктивні особливості гідропонних систем	13
2.2. Основні типи установок для вирощування рослин за допомогою гідропоніки	14
РОЗДІЛ III. Параметри і характеристики конструкції гідропонічної міні-системи	22
3.1 Обґрунтування конструкції та систем управління	22
3.2. Характеристики і параметри живильного середовища	26
Висновки	31
Список використаних джерел	32

АНОТАЦІЯ

Богданов Д.А. **Механіко-технологічне обґрунтування параметрів і режимів роботи міні-системи для вирощування зеленої вітамінної продукції** – Кваліфікаційна робота на правах рукопису. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2021.

В роботі обґрунтовано параметри і технологічні особливості компактною міні-системи для вирощування зеленої продукції методами гідропоніки. Компактність системи дозволяє експлуатувати її навіть на кухні квартири, а автоматизовані системи забезпечують повний контроль за процесами без зовнішнього втручання. Використання даної системи дозволить отримувати корисні для здоров'я продукти в будь-яку пору року.

SUMMARY

Bogdanov D.A. **Mechanical and technological substantiation of parameters and modes of operation of the mini-system for growing green vitamin products** – Qualification work on the rights of the manuscript. Qualifying work for a master's degree in specialty 208 - Agroengineering. – Polissia National University, Zhytomyr, 2021.

The parameters and technological features of the compact mini-system for growing green products by hydroponics methods are substantiated in the work. The compactness of the system allows you to operate it even in the kitchen of the apartment, and automated systems provide full control over the processes without external interference. Using this system will allow you to get healthy foods at any time of year.

ВСТУП

Важливий аспект здоров'я сучасної людини це правильне та здорове харчування. Багата вітамінами свіжа овочева продукція необхідна людині завжди. Кліматичні умови нашої країни дозволяють отримати городину тільки в весняно – літній період. Використання теплиць дозволяє подовжити цей термін і на зимовий період, однак значно підвищується ціна продукції. Елементи логістики доставки в магазини та звужений асортимент продукції не дозволяють повноцінно використовувати в раціоні свіжу овочеву продукцію.

Постійне садіння, вирощування при великій кількості добрив призвело до того, що ґрунт буквально перенасичений шкідливими речовинами і не містить в собі нічого корисного. Крім того інтенсивне застосування різноманітних добрив призводить до небезпечного накопичення в плодах нітритів, нітратів, отрут та інших речовин, які піддають ризику здоров'я людини.

Як альтернативний метод вирощування свіжої рослинної продукції можна розглянути гідропоніку, яка все більше застосовується в сучасному сільському господарстві. Гідропоніка дозволяє вирішити проблему нестачі якісного ґрунту.

Актуальність роботи: в сучасному житті людина стикається з проблемою забезпечення себе якісною та здоровою їжею, до якої безумовно належить свіжа зелена рослинна продукція, багата вітамінами. Отримання її в міжсезонь та в великих містах дорого та незручно. Найкращим виходом є застосування альтернативних методів. Метод гідропоніки дозволяє обходитись без ґрунту, на малій площі та автоматизувати процес.

Мета роботи: підвищення якості харчування жителя міста, за рахунок використання безпечних сучасних методів вирощування.

Завдання досліджень:

1. Обґрунтувати використання методів гідропоніки, без використання добрив і ґрунту, для можливості вирощування зеленої продукції в компактній установці.

2.Розробити конструкцію побутової системи, яка дозволяє вирощувати вітамінну продукцію без ґрунту в автоматизованому режимі.

Предмет і об'єкт дослідження: процеси вирощування рослинної продукції без ґрунту, методами гідропоніки. Сучасні види автоматизованих систем управління для гідропонічної установки.

Публікації:

1.Матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики «Студентські читання – 2021», Житомир, ЖНАЕУ, с.112-114.

2.<http://www.intellectualarchive.com/?link=find#PNU>

Vogdanov Denis. Advantages and disadvantages of soilless systems for growing plants.

3.<http://www.intellectualarchive.com/?link=find#PNU>

Vogdanov Denis. Hydroponics as an alternative to soil agriculture.

Практичне значення отриманих результатів: запропонована система дозволить забезпечити людину або невелику сім'ю свіжою вітамінною рослинною продукцією – сала, цибуля, помідори та ін. Установка компактна, автоматизована та може бути розміщена навіть в квартирі багатоповерхівки.

Структура та обсяг роботи. Робота виконана на 34сторінках друкованого тексту, містить вступ, 3 розділи, висновки, список використаної літератури із 30 джерел.

РОЗДІЛ І.

ГІДРОПОНІКА ЯК АЛЬТЕРНАТИВНИЙ МЕТОД ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИННОЇ ПРОДУКЦІЇ

1.1. Доцільність використання альтернативних методів рослинництва.

Один з найважливіших аспектів здоров'я сучасної людини це правильне та здорове харчування. Багата вітамінами свіжа овочева продукція необхідна людині на протязі всього року. Кліматичні умови нашої країни дозволяють отримати городину тільки в весняно – літній період. Використання теплиць дозволяє подовжити цей термін і на зимовий період, однак значно підвищується ціна продукції. Окрім того елементи логістики доставки в магазини та звужений асортимент продукції, а також традиційні в Україні методи консервування продукції не дозволяють повноцінно використовувати в раціоні свіжу овочеву продукцію [5].

Іншою небезпекою використання традиційної овочевої продукції є сучасні методи її вирощування. Весь свій період розвитку людство використовувало землю для вирощування їжі. При постійному завантаженні ґрунт з часом бідніє, для відновлення складу і поживних властивостей йому необхідний час, а з постійно зростаючими потребами людства зробити це дуже важко. Безперервне використання і постійне збільшення кількості добрив призвело до перенасичення ґрунту небезпечними для людини речовинами. Крім того інтенсивне застосування різноманітних добрив призводить до небезпечного накопичення в плодах нітритів, нітратів, отрут та інших речовин, які піддають ризику здоров'я людини [1].

Як альтернативний метод вирощування свіжої рослинної продукції можна розглянути гідропоніку, яка все більше застосовується в сучасному сільському господарстві. Гідропоніка дозволяє вирішити проблему нестачі якісного ґрунту.

Гідропоніка – це вирощування різноманітних культур без ґрунту. Для її використання застосовують спеціальні конструкції різних розмірів що дає можливість застосування для вирощування різних культур та об'ємів. Гідропоніка

дозволяє прискорити час вегетації та якість врожаю, зниження його собівартості, а також унеможливлення впливу небезпечних речовин [5].

Якщо говорити про теорію, то виростити методами гідропоніки можна будь-що, в тому числі великі рослини. Але в практичній діяльності гідропоніку використовують найчастіше для вирощування зелені та овочів. Це перш за все салат, базилік, петрушка, томати, редис, цибуля, огірки (Рис 1.1).



Рис 1.1. Вирощування помідорів

Для вирощування коренеплодів, таких як буряк, картопля або морква гідропоніку не застосовують. Як вважається, повноцінний коренеплід потребує ґрунту для нормального розвитку [8].

Суть способу вирощування це використання живильного розчину для росту та певного пористого субстрату для вкорінення рослин. Принцип використання гідропоніки потребує ємності для живильного розчину. Ємність накривається решіткою під розсаду, а під неї засипають пористий субстрат. В якості субстрату

можна застосовувати наприклад торф, керамзит, мох або поширене зараз кокосове волокно. В субстрат висаджується насіння. Для успішного проростання та подальшого росту воно змочується живильним розчином (або водою) який розповсюджує пористий субстрат. Іншим способом є використання пінопласту, в дірочки на його поверхні опускають розсаду таким чином, щоб коріння занурювалось у розчин, а стебло було вище пінопласту. До особливостей субстрату необхідно віднести його нейтральність та несхильність до розвитку різних патогенних бактерій та грибків. В процесі зростання коріння, занурене в розчин має доступ до поживних речовин, а верхня частина рослини споживає світло (Рис 1.2).



Рис 1.2. Великі гідропонні системи

Це спрощений опис установки для вирощування різноманітних культур. Для забезпечення життєдіяльності рослини необхідно забезпечувати світловий і тепловий режими, інші вимоги для росту. Взагалі сучасна гідропоніка – це розвинена галузь виробництва зелених культур і овочевої продукції, яка використовує різноманітні методи в залежності від умов, культур, затрат та ін.

1.2. Особливості альтернативних методів вирощування.

Можна виділити різноманітні гідропонічні методи для вирощування різних за своїми властивостями рослин:

- гідропоніка (водна культура)
- гідрокультура (субстратна культура)
- аэропоника (повітряна культура)
- хемікультура (культура сухих солей)
- іонопоника
- аквапоніка (водних тварини і рослини мають спільне середовище).

При застосуванні методу гідропоніки рослина висаджується та укорінюється шарі будь-якого субстрату, який заповнений живильним розчином. Як правило це ємність, накрита решіткою.

Через решітку коріння рослин проростає в пористому субстраті, живлячи рослину поживними речовинами з розчину. При такому способі вирощування важливий доступ до коренів повітря, або їх аерація, тому що в поживному розчині недостатня кількість кисню, і рослині (кореням) потрібно повітря. В системі як правило між решіткою та розчином (субстратом) залишають повітряний шар товщиною від 3-х до 6 сантиметрів, в залежності від віку рослин. В такому повітряному шарі необхідно підтримувати підвищену вологість, без якої коріння швидко обвітриться та засохне. Живильний розчин потребує систематичної періодичної заміни (період залежить від рослини)[8].

При застосуванні методу аэропоніки взагалі не використовується будь-який субстрат. Живильним середовищем є повітря.

В спеціальних затискачах рослина фіксується на решітці таким чином, щоб корені були в повітряному просторі між решіткою та поверхнею живильного розчину. При цьому необхідно періодично піднімати рівень розчину для зволоження коренів. Для того, щоб не допустити пошкодження стебла при затисканні і дозволити подальше зростання стебла застосовують затискачі та прокладки з м'яких матеріалів.

Метод гідрокультури загалом схожий, тільки для живлення рослин не використовують затоплення коренів. В повітряному шарі, де знаходяться корені встановлюють розпилювач. За його допомогою з певною періодичністю, як правило кілька разів на добу декілька хвилин коріння опилується живильним розчином або водою.

Обидва методи (гідрокультура та аeropоніка) потребують постійного підтримання підвищеного рівня вологості в повітряному об'ємі, де знаходяться корені рослин. Необхідний баланс між свіжим повітрям для живлення киснем та неможливістю обвітрювання коріння

Метод хемікультури відрізняється використанням субстратом. Це культура сухих солей, просочений розчином поживних речовин. Використовують для вирощування специфічних культур, наприклад «голандських кактусів», і неможливий для більшості гідропонічних культур.

Особливістю методу іонопоніки є використання в якості субстрату та розчинів іонообмінних матеріалів та речовин. Цей метод поширився 10-15 років тому в зв'язку з розвитком новітніх технологій. Використання іонітних смол, гранул, пінополіуретану прискорює обмінні процеси та покращує живлення.

Широке застосування в якості субстрату в цьому методі знайшов такий матеріал, як агар – субстрат з морських водоростей та консистенцією «холодцю».

Метод аквапоніки потребує створення штучної екосистеми з трьома ключовими типами живих організмів. Це водні рослини, бактерії та риби або інші водні тварини. Відноситься до екологічно безпечних технологій. В основі роботи закладений принцип екосистеми, де риби харчуються рослинами і забруднюють воду, а рослини воду очищують. При цьому відходи від життєдіяльності водних тварин є поживним середовищем для рослин. В процесі життєдіяльності водних тварин виділяються токсичні для них продукти – калійні, фосфорні, азотні сполуки та вуглекислий газ. В звичайній системі це небезпечні і проблемні речовини. Але вони знаходяться в основі всіх живильних розчинів для гідропоніки. Таким чином в аквапонічній системі продукти життєдіяльності риб та інших водних тварин живлять зростання культурних рослин.

1.3. Переваги та недоліки гідропоніки.

До основних переваг вирощування рослин без використання ґрунту методами гідропоніки. До них належить:

- Для вирощування потрібно використовувати менше добрив, води, захисту засобів, а значить менше затрат енергії;
- Зменшується негативний вплив на навколишнє середовище;
- Клімат, стан ґрунтів, польові умови більше не можуть впливати на виробництво продукції.

Отже використання методу гідропоніки забезпечує більш контрольований і стабільний врожай, який не залежить від сезонів та кліматичних циклів. Значно зменшується споживання енергії та вплив на середовище. За рахунок застосування розчинів вирощені продукти більш чисті від забруднювачів і хвороби, мають більший термін придатності та споживчі якості.

Таким чином гідропоніка порівнюючи з класичними методами вирощування рослин прискорює терміни зростання, значно збільшує урожайність, забезпечує екологічність та якість продукції.

Переваги застосування методу:

1. При застосуванні цього способу істотно зростає урожайність плодових рослин;
2. Можна використовувати для вирощування декоративних рослин, які більш інтенсивно та довше цвітуть;
3. Поживні розчини забезпечують рослину під час зростання всіма необхідними йому речовинами, елементами, киснем. Плоди виростають більш здоровими і значно швидше, ніж у ґрунті;
4. Відсутнє накопичення рослиною всіх шкідливих елементів та хвороб, які присутні в ґрунті;
5. Продукція гідропоніки не потребує спеціального поливу, що актуально для засушливих районів з обмеженими водними ресурсами;

6. Із застосуванням способу гідропоніки абсолютно виключено пересихання рослин;
7. Простіше пересаджувати рослини;
8. Відсутні проблеми шкідників і небезпечних хвороб, характерних для рослин відкритого ґрунту;
9. Не потрібно застосування нових ґрунтів, сівоборот, залучення нових посівних площ;
10. Значно полегшується догляд за рослинами, відсутній бруд, пил, сторонні запахи характерні для відкритого ґрунту.

РОЗДІЛ II. КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ І ВИДИ ГІДРОПОННИХ УСТАНОВОК

2.1. Конструктивні особливості гідропонних систем.

Для початку хотілося б ще раз уточнити, що гідропоніка - це безпідставний спосіб культивуації рослин, що володіє рядом переваг. Замість ґрунту садівник використовує субстрат, що утримує представника флори, а також живильну рідину, в якій постійно або періодично знаходиться його коренева система.

Поживний розчин містить всі необхідні рослині хімічні елементи. Завдяки легкому доступу коренів до всіх речовин, воно витрачає набагато менше життєвої енергії на пошук води та харчування, що позитивно відбивається на розвитку і швидкості росту його надземної частини. Це дозволяє садівникам отримувати рясні врожаї за більш короткий проміжок часу. Відсутність ґрунту також дозволяє строго контролювати кількість поживних речовин одержуваних рослиною, а в разі їх надлишку, швидко замінити розчин. Таке середовище є повністю стерильному, що виключає появу грибків і шкідників [2].

Однак рослини, як і люди, бувають різні. Кожен з представників флори, особливо що відносяться до різних родин, пред'являють свої вимоги до умов культивуації. Перш за все, це пов'язано з особливостями місцевості їх природного місця існування. Наприклад, деякі рослини не переносять постійного знаходження коренів у воді. В результаті ботаніків довелося створити спеціальний тип гідропонній установки з періодичним затопленням кореневої системи.

Також багато системи не підходять з тих чи інших причин самим садівникам. Деякі з них займають багато місця, інші - вимагають наявності серйозного обладнання. Однак є й такі, які можна самостійно сконструювати з підручних засобів.

Загалом, як би там не було, Гровер є з чого вибрати в тій чи іншій ситуації, що робить гідропоніки затребуваним методом вирощування рослин серед широкого кола людей. Особливо активно її використовують в комерційному секторі рослинництва, адже там термін отримання врожаю відіграє дуже велике значення.

2.2. Основні типи установок для вирощування рослин за допомогою гідропоніки [3].

1 тип – гнотові системи:

Гнотова гідропонна система одна з найдоступніших і простих. У ній не використовується ніякого обладнання. Вона пасивна, а тому в ній нічого зламатися не може. Це означає, що садівник повністю застрахований від «сюрпризів».

Система ґрунтується на законах фізики. Застосовується принцип капілярних сил. Звичайний гніт поміщається в резервуар з живильним розчином і субстрат, розташований вище (Рис 2.1). В результаті рідина самостійно надходить до колокореневої зони рослини, забезпечуючи коріння всім необхідним.

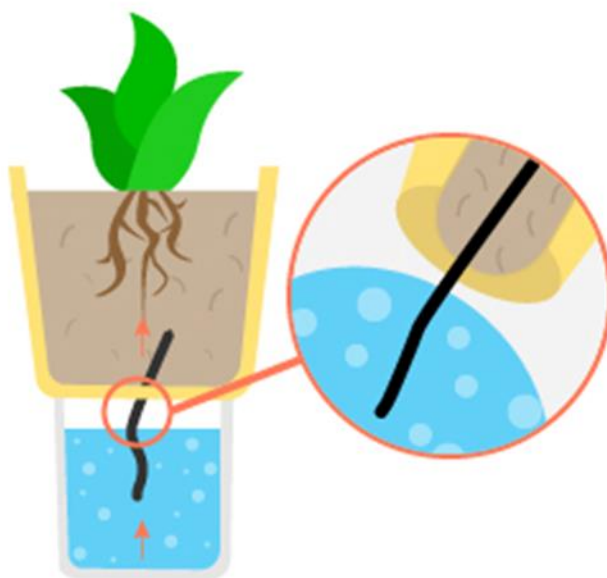


Рис 2.1. Схема гнотового методу.

Гнотова система ідеально підходить для декоративних представників флори і культивування невеликих овочів. Вона максимально проста і ефективна. Однак вона не придатна для культивування великих рослин, оскільки пропускну здатність гніту не здатна забезпечити їх достатньою кількістю вологи. Через це вона і не стала популярною.

Перевагами такого методу є:

1. Простота. Потрібна тільки ємність для живильного розчину і субстрат ;

2. Мінімальні фінансові витрати. відсутні датчики, обладнання, ні програми;

3. Надійність. Ламатися просто нема чому.

До недоліків можна віднести:

1. Доступ кисню до резервуару з розчином обмежений, що може викликати ряд проблем;

2. Рослини розвиваються не так стрімко, як в інших типах систем через пасивне способу доставки поживних речовин.

2 тип – системи глибоководних культур:

Ця система технічно трохи складніша за попередню, однак, відноситься до простих систем. Вона ефективніша за попередню. Рослини поміщаються в спеціальні отвори на кришці резервуара з живильним розчином, а їх коріння повністю занурені в нього (Рис 2.2). У середині ємності знаходиться повітряний насос, який живить кореневу систему киснем.

Система вважається ефективною при культивуванні невеликих представників флори, для росту яких необхідна велика кількість води, наприклад, салату. Якщо в ній вирощуються великі рослини, то для їх надійної фіксації доведеться використовувати додаткові збірки або фіксатори.

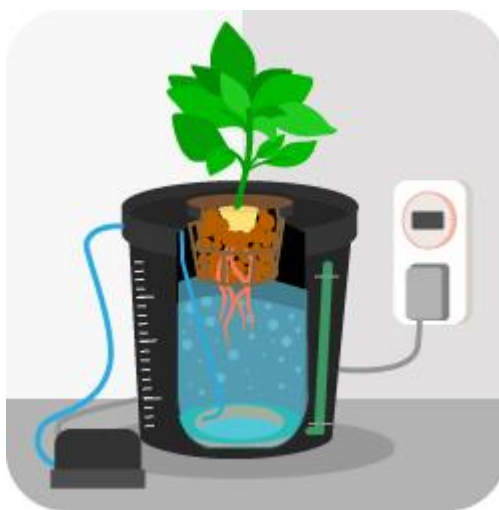


Рис 2.2. Схема методу глибоководних культур.

Перевагами такого методу є:

1. Це найдешевший варіант серед активних систем, що дуже важливо при відсутності досвіду вирощування;
2. Конструкція є простою і надійною;
3. Рослини швидко ростуть і розвиваються;
4. Велика ємність з живильним розчином забезпечить збереження рослин протягом тривалого часу в разі форсмажорних обставин .

До недоліків можна віднести:

1. При поганому чищенні резервуара з великою ймовірністю буде розвиватися коренева гниль;
2. Постійно високий рівень живильної рідини може викликати загнивання шийки коренів;
3. Резервуар необхідно регулярно поповнювати.

3 тип – системи періодичного затоплення:

Сенс методу полягає в періодичному затопленні і осушення колокореневої зони рослини живильним розчином (Рис 2.3). Для подачі рідини використовується насос, керований таймером. Коли його подача припиняється, розчин під дією сили тяжіння зливається в резервуар через спеціальні отвори.

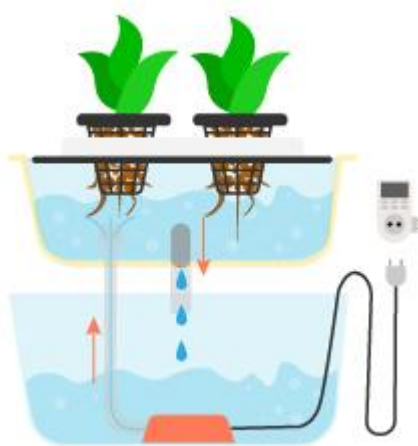


Рис 2.3. Схема методу періодичного затоплення.

Під час відсутності рідини рослина може отримувати кисень з повітря в ємності. Наявність обладнання робить цю систему активною. По суті, вона є повністю автоматичною. Залежність від електрики, робить її вразливою в моменти непередбаченого відключення струму. Якщо субстрат з рослинами буде погано утримувати живильний розчин, то культура вже через кілька годин буде відчувати недолік вологи. Це вкрай негативно вплине на процес культивуації.

Перевагами такого методу є:

1. Простота і доступність. Ви отримуєте повноцінну автоматичну гідропонну систему середнього рівня, яка не вимагає наявності серйозного обладнання і великих фінансових витрат. Також не доводиться розбиратися в купі нюансів і тонкощів, на що часто йде багато часу і сил;
2. Коренева система добре насичується живильним розчином, частина якого накопичується в субстраті. В результаті представники флори стрімко розвиваються і приносять рясний урожай.

До недоліків можна віднести:

1. При постійній циркуляції розчину зростає ризик зараження шкідливими мікроорганізмами;
2. Відключення електроенергії може призвести до великих проблем;
3. Поломка або засмічення обладнання може викликати додаткові проблеми. Але без цього ніяк. Ви ж не відмовляєтесь від смартфона тільки тому, що він може в один прекрасний момент почати «глючить»?

4 тип – система крапельного поливу:

Це напевно, найбільш використовувана система в світі. Її популярність пояснюється простотою. Насос з таймером перенаправляють живильний розчин до представників флори через поливальні шланги. Він повільно капає з них, потрапляючи під корінь куща. Якщо система реверсивна, то надлишки рідини перенаправляються назад в резервуар, після чого знову використовуються (Рис 2.4).

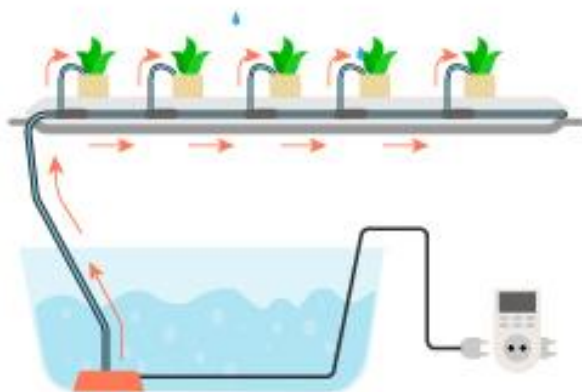


Рис 2.4. Схема методу крапельного поливу.

У неререверсивній системі робота насоса налаштовується за допомогою таймера так, щоб не було залишків живильної рідини. Вони вважаються простішими в експлуатації. При роботі з ними у садівника відпадає необхідність в постійному контролі рівня рН і ЕС, які змінюються при змішуванні використаного і невикористаного розчинів. Однак неререверсивна система вимагає наявності більш точного і надійного таймера, а також спеціальних навичок для точної настройки процесу подачі живильної рідини.

Перевагами такого методу є:

1. Її ефективність перевірена часом і тисячами комерційних садівників;
2. Рослина гарантовано отримує достатню кількість поживних речовин;
3. Коріння представників флори знаходяться в добре аеріруемой середовищі.

До недоліків можна віднести:

1. Потрібна регулярна профілактична чистка, яка дозволить виключити виникнення засмічень та інших форс-мажорних ситуацій;
2. Трохи підвищений ризик виникнення цвілі в резервуарі і коло кореневої зони.

5 тип – техніка живильного шару:

Вважається найвідомішою різновидом гідропоніки. У ній насос не працює в парі з таймером, що сильно спрощує процес роботи. Рідина, потрапляючи в розташовану під нахилом ємність з рослинами, під дією законів фізики самостійно тече з одного її кінця в інший. На шляху її проходження поміщаються кінчики кореневої системи, постійно отримують вологу і підгодівлю (Рис 2.5). Потрапляючи в протилежний кінець контейнера, розчин стікає назад в резервуар, звідки знову перенаправляється насосом в ємність з рослинами. Цикл на цьому замикається.

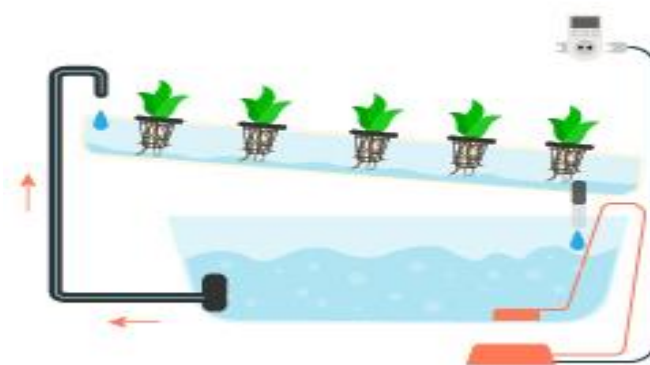


Рис 2.5. Схема методу живильного шару.

Субстрат в цій системі використовують рідко. Представники флори закріплюються в компактних горщиках, на дні яких присутні отвори для безперешкодного виходу коренів за їх межі. Вологе повітря, який утворюється над протікає живильною рідиною, в повній мірі насичує корені представників флори киснем, що позитивно відбивається на темпах зростання надземної частини.

Відсутність субстрату дозволяє садівникові економити фінанси і сили за будь-якої висадки нових рослин. Головний мінус системи - сильна залежність від насоса. Якщо він зламається або відключиться електрика, то коріння почнуть дуже швидко висихає. Більшою мірою це пов'язано з відсутністю будь-якого субстрату.

Перевагами такого методу є:

1. Коренева система отримує рясне кількість кисню, якого вистачає з надлишком;
2. Ефективне використання вільного простору і компактність розміщення всієї установки, яка може відмінно вписатися в інтер'єр невеликої кімнати.

До недоліків можна віднести:

1. Є ймовірність засмічення, тому регулярна профілактична чистка стане рутинною повсякденністю;
2. Будь-яка поломка насоса або відсутність електроенергії швидко зведе всі праці нанівець, якщо вчасно не помітити проблему.

6 тип – аеропонні системи:

Найбільш технологічні системи. В них коріння рослини знаходяться в підвісному стані в повітрі. У всьому цьому вільному просторі розпорошується живильна рідина, яка насичує кореневу систему усіма необхідними для життя речовинами (Рис 2.6). При цьому також забезпечується рясний приплив кисню, рівень якого не здатен забезпечити більше не один вид гідропонних систем. Темпи росту рослин в аеропоніці неодмінно здивують будь-якого садівника, адже вони розвиваються, як гриби після дощу.

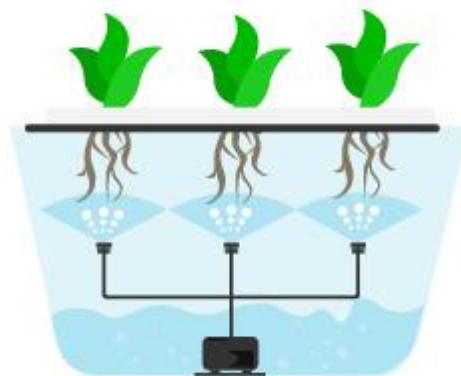


Рис 2.6. Схема аеропонного методу.

Головний мінус цього типу установки полягає в необхідності дуже точної настройки таймера, що включає насос лише на кілька секунд. Будь засмічення або поломка приведуть до екстреної ситуації. Для розпилення розчину використовуються спеціальні форсунки, які найбільш схильні до засмічення.

Перевагами такого методу є:

1. Рослини отримують максимальну кількість поживних елементів і кисню, що забезпечує їх стрімкий розвиток;
2. Лотки з представниками флори можна ставити два або три шари, що значно економить вільний простір.

До недоліків можна віднести:

1. Засмічення - головний ворог даної установки. Форсунки, шланги, насос та інше обладнання доведеться постійно чистити і контролювати. Вільного часу у садівника точно зменшиться;
2. Аеропоніка не любить густі живильні суміші, що для багатьох може стати проблемою, яка змусить відмовитися від неї.

Отже існує достатньо методів для використання в гідропонічних ситемах. Кожен з них може бути використаний в залежності від вимог і складності установки. Але всі вони є доступними і технологічними [3].

РОЗДІЛ III

ПАРАМЕТРИ І ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНСТРУКЦІЇ

ГІДРОПОНІЧНОЇ МІНІ-СИСТЕМИ

3.1 Обґрунтування конструкції та систем управління.

Пропонована для роботи установка призначена для побутового використання як в приватних, так і в багатоквартирних будинках. Для цього доцільно буде використати розміри, стандартні для інших великих побутових пристроїв, таких як холодильники, пральні і посудомийні машини та ін. Це дозволить розмістити її навіть на кухні багатоквартирного будинку.

Основою установки є шафа розміром 60х60 см, висотою від 150 і вище см (розміри стандартного холодильника) (Рис3.1).

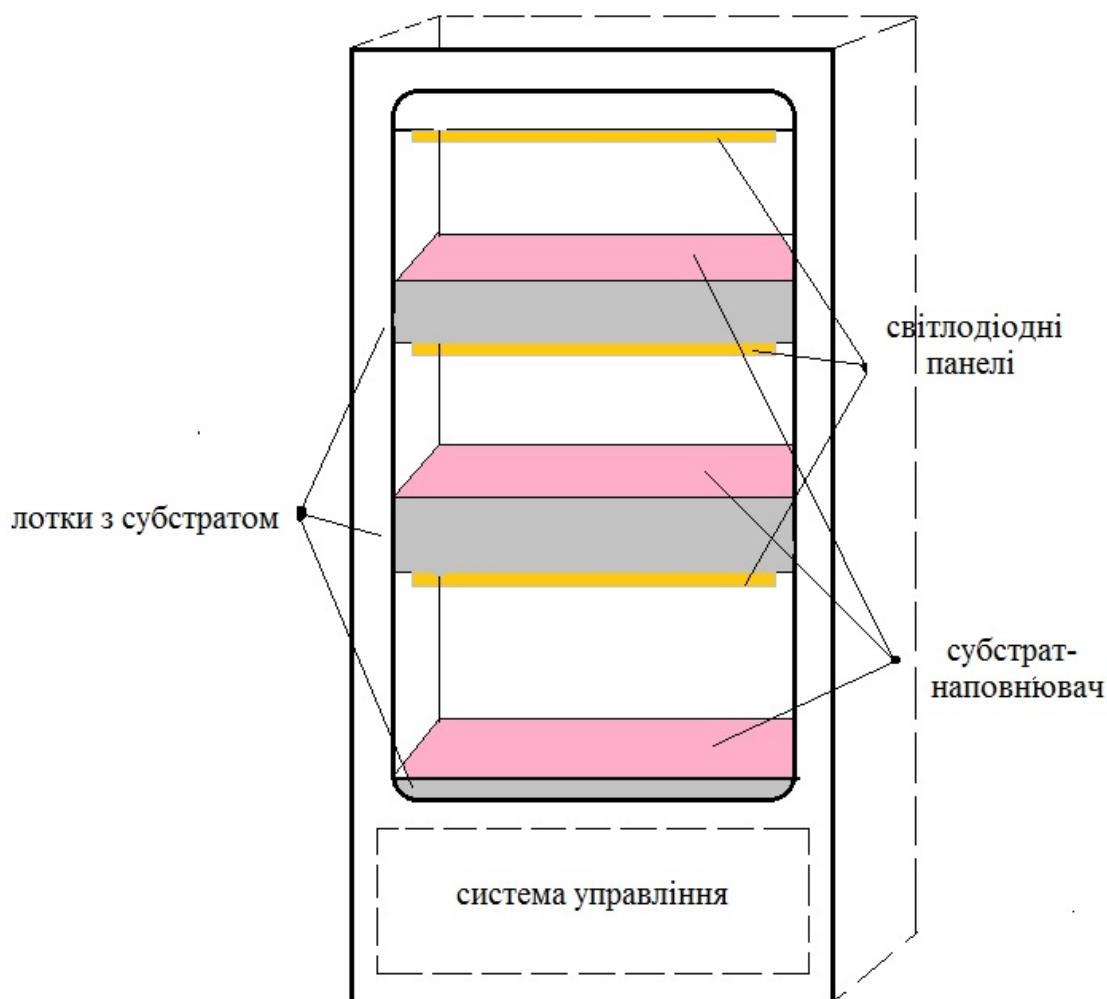


Рис 3.1. Загальна конструкція установки

Як дизайнерські рішення, можна застосувати скляні двері, але таке рішення потребує використання додаткової вентиляції для забезпечення рослин достатньою кількістю кисню.

В шафі на відстані 30-40 см знаходяться 2-3 лотки з субстратом – живильним середовищем, в яке висаджується розсада або насіння вирощуваних культур. Зверху над лотками знаходяться освітлювальні світлодіодні панелі, які забезпечують розсаду світлом підбраного спектру.

Для забезпечення роботи використовують принцип періодичного затоплення. З розташованої внизу шафи ємності з живильним розчином насосом даний розчин подається в лотки з субстратом. Надлишок, а також використаний розчин зливається в каналізацію.

Знизу шафи знаходиться система управління (рис 3.2) а також ємність з

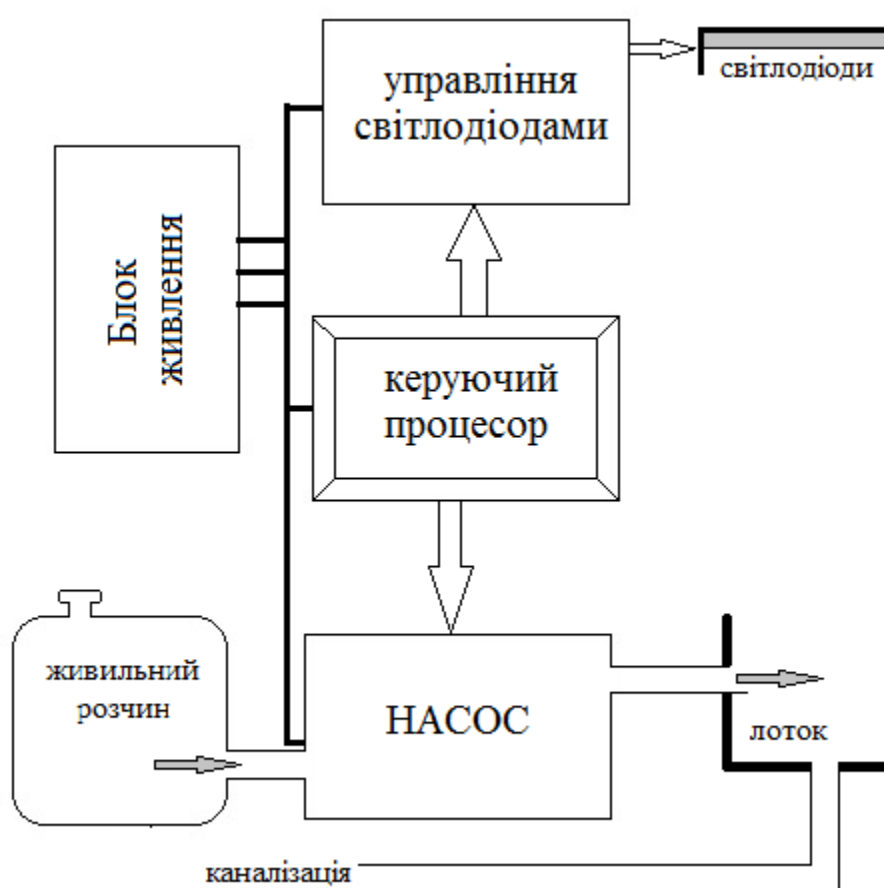


Рис 3.2. Система управління установкою

живильним розчином, з'єднувальні патрубки, насос, центральний керуючий процесор та все необхідне для роботи пристрою.

Центральний процесор є головним пристроєм, який координує всі системи та забезпечує роботу всіх систем. В якості процесора (Рис 3.3) наприклад можна використовувати пристрій SCHNEIDER TM221C16R, який легко програмується на рівні великих логічних блоків, або будь який інший аналогічний пристрій типу Arduino.

Процесор управляє двома основними системами – системою подачі живильного розчину та системою освітлення та вентиляції.

В системі подачі живильного розчину є ємність, в якій знаходиться та поповнюється цей розчин. За командою процесора насос перекачує певну кількість розчину в лотки з субстратом. Через певну кількість часу, коли коренева система рослин забирає більшу частину корисних елементів і вологи, залишки зливаються в каналізацію і подається свіжа порція розчину.

Для перекачування розчину використовується керований насос (Рис3.4), система клапанів для подачі рідини та зливу та з'єднувальні патрубки. Насиченість субстрату в лотку можна контролювати за допомогою датчиків.

Всі команди програмуються за внутрішнім годинником процесора. Періодичність зміни розчину залежить від його типу і концентрації, виду рослин, які вирощуються і задається при програмуванні.

Друга важлива система це світлодіодна система освітлення. Такі світильники можна безпечно розміщувати навіть в обмежених просторах, оскільки вони не перегріваються. Світлодіодний індикатор для рослин включає червоне і синє світло, щоб сприяти і підтримувати максимальний ріст рослин. Рослини потребують спектр червоного та блакитного світла для здорового та швидкого росту та природного процесу фотосинтезу [2].

Світлодіодний світильник має максимальну енергоефективність, що використовується для стимуляції росту рослин, екологічно безпечний, без ламп ртуті.



Рис 3.3. Керуючий процесор SCHNEIDER TM221C16R

Керування процесором забезпечує як безперервний режим використання освітлення, так і умовно режим день – ніч. Це залежить від типу рослини, що вирощується.



Рис 3.4. Насос перекачування розчину

До певних переваг системи відноситься її відкритість у плані складності та ціни. Можна використати мінімальну конфігурацію складності, яка буде відносно дешевою, а можливо її ускладнення за рахунок різноманітних датчиків контролю якості повітря, вологості, освітленості та ін. Це дозволить більш точне управління, але підніме ціну даної системи.

3.2. Характеристики і параметри живильного середовища.

Підбираючи живильне середовище для вирощування конопель за методом гідропоніки, потрібно звернути увагу на низку факторів. У принципі, цю роль підходять багато матеріалів, якщо вони відповідають необхідним вимогам. Перше – це низька хімічна активність. Субстрат може бути інертним, інакше може вступати у реакцію з компонентами поживного розчину, змінюючи у ньому співвідношення різних елементів. Також з нього не повинні вимиватися водою різні речовини, які можуть зашкодити рослині.

Наступною вимогою є мала вага та пориста структура. Це необхідно для того, щоб субстрат не чинив тиску на кореневу систему рослини, а також дозволять живильному розчину вільно проникати до коріння. Однак і тут важливо витримати баланс – наповнювач не повинен допускати випаровування рідини, а коріння в ньому має фіксуватися міцно. Потрібно також щоб субстрат добре утримував необхідну кількість повітря.

В цілому всі наповнювачі для гідропонних систем можна розділити на дві основні групи: органічні і мінеральні. До органічних належать вторпродукти деревини (кора, тирса), торф, кокосове волокно та інші. До мінеральних – глиняні гранули, пісок, щебінь, гравій тощо. Торф і деревні відходи хороші, але мають ряд істотних недоліків. Вони не витримують критерію хімічної інертності, а також можуть містити певну кількість шкідників та бур'янів усередині. Тому краще придбати спеціальні субстрати, які продаються там же, де і насіння конопель післяплатою.

Непоганим варіантом є використання піску як субстрат. Це мінеральний наповнювач, досить доступний за ціною і представлений у широкому різноманітті, його можна придбати в квітковому магазині або взагалі накопати на пляжі, якщо є недалеко. Підходить як річковий, так і морський пісок. Однак потрібно провести необхідну підготовку: промити, просіяти, прожарити.

З органічних наповнювачів чудовим варіантом є кокосовий субстрат. Він є екологічно чистим, хімічно інертним матеріалом, на відміну торфу чи деревини. Він не схильний до утворення гнилі та плісняви, в ньому не живуть паразити, а живильне середовище для рослини такий субстрат створює просто ідеальне. У даного ґрунту рН коливається в межах 5,8-6,5, бере необхідну кількість води та забезпечує прекрасну аерацію коріння, не перевантажуючи їх. Крім того, у самому кокосовому волокні вже містяться певні мікроелементи, що забезпечують живлення рослини. Це чудовий наповнювач для гідропоніки нового покоління! Використовувати його можна як у чистому вигляді, так і у поєднанні з іншими матеріалами для субстрату.

Субстрат для гідропоніки повинен мати ряд певних якостей, без яких у ній просто не вдасться виростити жодної рослини. Основні критерії для вибору субстрату такі:

- Прийнятна механічна щільність, що дозволяє утримувати рослину у вертикальному положенні протягом усього життя;
- Хімічна інертність, що дозволяє субстрату не вступати в реакцію з мікро- та макроелементами, які є «їжею» для рослини;
- Високий показник водо- та повітропроникності, який наділяє його хорошими аераційними властивостями;
- Достатній рівень вологості, що дозволяє утримувати у собі необхідну рослині кількість вологи.

Також варто згадати, що при тривалому використанні хімічні та фізичні якості будь-якого субстрату для гідропоніки погіршуються. Це може вкрай негативно впливати на процес культивування рослин. Тому субстрат необхідно періодично змінювати або регулярно за ним доглядати.

В установці рекомендовано використовувати наступні субстрати:

1) Мінеральна вата

Мінвата вперше була використана як субстрат датськими гідропоністами в 1969 році. Вона є продуктом плавлення спеціальної суміші, що складається з базальту, вапняку і коксу. Ця процедура проходить при температурі 1,5-2 тисячі градусів.

За своїм складом мінеральна вата для гідропоніки дуже схожа з ґрунтовими мінералами, проте, не містить у собі будь-яких поживних речовин. Через наявність вапняку, вона має лужне середовище, рН якого знаходиться в межах між 7,5 та 8,5. Але вона не виступає в ролі буфера, тому швидко змінює своє середовище під дією будь-якого поживного розчину, набуваючи необхідний показник кислотності.

Відмінною особливістю мінвати є наявність спеціальної речовини, що зв'язує, не дозволяє їй волокнам щільно прилягати один до одного. Це виключає її ущільнення в процесі експлуатації протягом тривалого часу, а також покращує пористість, здатність утримувати вологу та капілярні властивості. Мінеральна вата повністю стерильна, що унеможлиблює присутність у ній бур'янів, комах-шкідників та токсинів. При її використанні слід враховувати, що вона нездатна накопичувати в собі поживні речовини, а тому за рівнем поживного розчину доведеться стежити ретельніше.

2) Керамзит

Керамзит є будівельним матеріалом, який виготовляють із термічно обробленої глини. Він є коричневими гранулами, діаметр яких коливається від 2 до 50 мм. Цей субстрат має пористу структуру, що дозволяє йому утримувати в собі поживний розчин. Він відрізняється підвищеною механічною міцністю та вологоємністю у 60%. Через пористу структуру він також має високі аераційні властивості. Керамзит також не здатний накопичувати в собі багато вологи, що вимагатиме від садівника частішого поливу.

Його головний мінус у тому, що він руйнується під впливом корневих виділень рослини, що призводить до збільшення його обсягу та маси. У ньому

починають накопичуватися метаболіти, які через 2-3 цикли стають ласим шматочком для різних бактерій, здатних завдати істотної шкоди рослині.

Другий мінус керамзиту – це необхідність підготовки субстрату перед використанням у гідропоніці. Його слід добре промити та очистити від дрібних частинок, після чого нормалізувати рівень рН.

3) Перліт

Перліт є силікатний матеріал, отриманий з вулканічної породи. Його спочатку подрібнюють, а потім піддають тепловій обробці. У процесі нагрівання з нього йде вся волога, що призводить до розширення його гранул. В результаті він стає в 3-4 рази легшим, ніж вода, що суттєво полегшує роботу з ним.

Перліт має високі аераційні властивості. Саме через це його часто використовують у різних ґрунтових сумішах. Його головний недолік - мала питома вага, через яку він часто змивається водою, що завдає дискомфорту кореневій системі рослини. Коріння просто не може надійно в ньому закріпитися. Через це він не підходить для гідропонних установок проточного та затоплюваного типів.

Однак, через сильно розвинену капілярну систему, перліт ідеально підходить для гнотів. Будь-який надлишок розчину неодмінно виліється назад у резервуар. Він також має високу фізичну стабільність, яка дозволяє використовувати його протягом тривалого часу. Найчастіше його застосовують у тандемі з вермікулітом у пропорції 50/50.

4) Вермікуліт.

Вермікуліт є органічний субстрат, що виробляється зі слюди. До його головних плюсів варто віднести:

- Здатність утримувати макро- і мікроелементи, необхідні рослині для здорового зростання та швидкого розвитку;
- Висока вологоємність на рівні 300-400%;
- Захист коренів представників флори від гризунів та шкідників.

Застосовувати вермікуліт у чистому вигляді не радять, оскільки внаслідок впливу зовнішніх факторів його частинки легко деформуються. Це значною мірою

погіршує його аераційні та дренажні показники. Найчастіше його застосовують, як згадувалося раніше, разом із перлітом.

5) Кокосове волокно.

Кокосовий субстрат – це подрібнені та спресовані залишки шкірки кокосу. Він є висушеним органічним субстратом, який підходить для культивації великої кількості рослин. Він ідеально підходить для гідропонних систем із краплинним поливом.

До інших його переваг можна віднести:

- Сильні антибактеріальні властивості, що захищають кореневу систему рослин від шкідників та бактерій;
- Хороші аераційні якості, які вдосталь насичують коріння рослини киснем;
- Здатність утримувати у сім разів більше вологи, ніж його власну вагу;
- Сприятливий рівень рН для вирощування практично всіх видів рослин.

Будь-який з запропонованих субстратів є доступним і забезпечує необхідні умови для вирощування вітамінної зеленої продукції в компактній побутовій гідропонній системі.

ВИСНОВКИ

1. Споживання свіжої вітамінної рослинної продукції є важливою складовою здорового харчування для кожної людини. Сільськогосподарська продукція залежить від кліматичних сезонів та не забезпечує рослинною продукцією на протязі всього року. Тепличні господарства частково вирішують проблему, але як правило реалізують свою продукцію за високими цінами та через крупні торгівельні мережі.

2. Для поліпшення якості харчування можливість самостійного вирощування такої продукції для багатьох людей буде досить привабливою. Але така можливість повинна передбачати обмеженість площі проживання та доступу до земельних ділянок. Вона повинна передбачати вирощування продукції в квартирі або будинку.

3. Дані вимоги потребують застосування нових методів вирощування рослин. Найбільш поширеним є вирощування за допомогою гідропоніки, без використання ґрунту. Гідропоніка дозволяє прискорити зростання та підвищити якості одержуваних культур, знизити їх собівартість, а також унеможливити вплив небезпечних речовин.

4. Запропонована в роботі компактна гідропонна система має кілька важливих переваг:

- Вона може бути розміщена а будь-якій площі навіть в квартирі, так як має розміри стандартної побутової техніки;
- Працює в автоматичному режимі, потребуючи лише наповнення живильного розчину;
- Дозволяю отримувати вітамінну рослинну продукцію в будь-який час, не виходячи з будинку;
- Розрахована на різноманітно рослинну продукцію, в залежності від побажань споживача.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Полуэктов, Р.А. Модели продукционного процесса ельскохозяйственных культур / Р.А. Полуэктов, Э.И. Смоляр, В.В. Терлеев, А.Г. Топаж. – СПб.: Изд-во С-Петербур. ун-та, 2006. – 396 с.

2. Уильям Тексье. Гидропоника для всех. Все о садоводстве на дому. Москва: HydroScore, 2013. 296 с.

3. Козловцев М. И., Вазюля И. В. NFT система для выращивания растений без субстрата. *Гавриш*. 2005. № 2, С. 32–35

4. Григоров М. С., Хорошев М. И. Режим орошения огурца в зимних теплицах. *Картофель и овощи*. 2005. №1. С. 20–21.

5. Ковальов М. М., Шарова Л. М. Порівняння ефективності вирощування овочевої розсади в ґрунтовому середовищі і в системах аеропоніки та гідропоніки. Досягнення і перспективи галузі виробництва, переробки та зберігання сільськогосподарської продукції: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Кропивницький, ЦНТУ. 9–11 квітня 2020 р. Кропивницький, 2020. С. 20-22.

6. Яровий Г. І., Сєвідов В. П. Особливості вирощування огірків у захищеному ґрунті. *Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва. Сер.: Рослинництво, селекція і насінництво, плодовоовочівництво і зберігання*. 2016. № 1. С. 172–177.

7. Дубенок Н. Н., Бородычев В. В., Лытов М. Н., Дмитриенко О. М. Капельное орошение огурца. *Овощеводство и тепличное хозяйство*. 2007. №10. С. 39–43.

8. Семенов В.Г. Компьютерное моделирование при исследовании системы управления микроклиматом теплицы / Семенов В.Г., Алейникова Е.А. // *Современные наукоемкие технологии*. – 2007. – С. 75-77.

9. Мартыненко И.И. Автоматика и автоматизация производственных процессов / Мартыненко И.И., Головинский Б.Л., Проценко Р.Д., Резниченко Т.Ф. // М.: Агропромиздат - 2005. - 335 с.

10. Кэмп П. Компьютерное управление микроклиматом в теплицах / Кэмп П, Тиммерман Г. // Центр инноваций и практического обучения в Эдде - 2007. – 193с.

11. Технологічні процеси галузей промисловості: Навч. посібник / Д.М. Колотило, А.Т. Соколовський, С.В. Гарбуз; За наук. ред. Д.М. Колотила, А.Т.Соколовського. — К.: КНЕУ, 2003. — 380 с.

12. Емельянова Н.З. Основы построения автоматизированных информационных систем: Учебное пособие/ Н.З. Емельянова, Т.Л. Партыка, И.И. Попов.- М.: Форум: ИНФРА-М, 2005.- 416 с.

13. Некос В.Е. Основы общей экологии и неозоологии. Харьков: Прапор, 2001. – 287с.

14. Романовский Ю.М. Процессы самоорганизации в физике, химии, биологии. – М.: Знание, 1981. – 404с.

15. Хакен Г. Синергетика. – Мир, 1980. – 404с.

16. Числові імітаційні моделі в агротехнологічній механіці ґрунтів / за ред. Б.А. Шелудченка/ – Житомир: ПМАН, 1996. – 89с.

17. Шелудченко Б.А., Забровський П.П. Використання критеріальних методів в проектуванні агротехнічних ґрунтообробних систем. – Житомир: Новітехс, 1993. – 45с.

18. Шелудченко Б.А., Малиновський А.С., Зосимович М.В. та ін. Інженерна екологія, ч.1. Основи техноекології. – Житомир: Волинь, 1999. – 216с.

19. Винер Н. Кибернетика и общество. – М.: Изд-во иностр. лит., 1958. – 200с.

20. Глендорф П., Пригожин И. Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуаций. – М.: Мир, 1973. – 280с.

21. Иоселевич Г.Б., Лебедев П.А., Стреляев В.С. Прикладная механика. – М.: Машиностроение, 1985. – 575с.

22. Климонтович Н.Ю. Без формул о синергетики. – Минск: Высш. шк., 1986. – 223с.

23. Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г Синергетика – теория самоорганизации. Идеи, методы, перспективы. – М.: Знание, 1983. – 64с.

24. Rehman, A. A review of wireless sensors and networks' applications in agriculture / A. Rehman, A.Z. Abbasi, N. Islam, Z.A. Shaikh // *Computer Standards & Interfaces*. – Amsterdam, 2014. – № 36 (2). – P. 263–270.

25. Laktionov, I. Concept of low cost computerized measuring system for microclimate parameters of greenhouses // I. Laktionov, O. Vovna, A. Zori // *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. – Sofia, 2017. – Vol. 23 (No 4). – P. 668 – 673.

26. Laktionov, I.S. Planning of remote experimental research on effects of greenhouse microclimate parameters on vegetable crop-producing // I.S. Laktionov, O.V. Vovna, A.A. Zori // *International Journal On Smart Sensing and Intelligent Systems*. – Palmerston North, 2017. – Vol. 10 (4). – P. 845 – 862.

27. Li, Zh. Design of greenhouse environment remote monitoring system based on android platform / Zh. Li, C. Li, Yu. Jia, Zh. Xiao // *Chemical engineering transactions*. – Milan, 2015. – № 46. – P. 739–744.

28. Shirsath, D.O. IoT based smart greenhouse automation using Arduino / D.O. Shirsath, P. Kamble, R. Mane, A. Kolap, R.S. More // *International Journal of Innovative Research in Computer Science & Technology*. – Lucknow, 2017. – № 5 (2). – P. 234–238.

29. Chaudhary, D.D. Application of wireless sensor networks for greenhouse parameter control in precision agriculture / D.D. Chaudhary, S.P. Nayse, L.M. Waghmare // *Journal of Wireless & Mobile Networks*. – Dubai, 2011. – № 3 (1). – P. 140–149.

30. Веников, В.А. Теория подобия и моделирования (применительно к задачам электротехники): учеб. пособ. для вузов / В.А. Веников. – Изд. 2-е, доп. и перераб. – М.: Высшая школа, 1976. – 479 с.