УДК 631.589.2

ВИЗНАЧЕННЯ МЕТОДУ І СИСТЕМИ ІЗ ЗАГАЛЬНОЇ КЛАСИФІКАЦІЇ ГІДРОПОННИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЛАЗЕРНОЇ ОБРОБКИ КОРЕНЕВОЇ СИСТЕМИ РОСЛИН

Сухін В. В., Лисиченко М. Л.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

В статті приводиться аналіз існуючих методів та систем гідропонного способу вирощування рослин, оцінка їх переваг і недоліків, а також на основі аналізу пропонується метод і система, яка дозволить найбільш ефективно застосовувати лазерне випромінювання для обробки коренів рослин, що стимулюватиме їх ріст і розвиток.

Постановка проблеми. На сьогоднішній день сільське господарство є однією з пріоритетних галузей економіки України. Її розвиток сприятиме підвищенню матеріального добробуту населення, укріпленню економічної і продовольчої безпеки країни, збільшенню експорту товарів [1].

На всіх етапах розвитку сільського господарства, головним напрямком діяльності повинно бути виробництво продукції рослинництва. У відповідності до цього, основним загальнодержавним завданням є обґрунтування заходів щодо підвищення ефективності виробництва продукції рослинництва та подальшої її стійкості [2].

Одним з можливих заходів підвищення ефективності галузі рослинництва є комбіноване застосування сучасного способу вирощування рослин – гідропоніка, і фізичного способу стимулювання рослин – лазерне опромінення. Виходячи з цього, постає необхідність в аналізі та оцінці існуючих методів і систем гідропонного способу вирощування рослин, і визначення кращих з них для застосування лазерної обробки кореневої системи рослин.

Мета статті. Класифікація і оцінка існуючих методів та систем гідропоніки, і визначення потрібних з них, для ефективного застосування лазерної обробки коренів рослин.

Основні матеріали дослідження.

Гідропоніка – це спосіб вирощування рослин без застосування ґрунту. При цьому способі, корні рослин отримують мінеральні речовини і знаходяться не в ґрунті, а у волого-повітряному, аерованому водному, чи твердому, але пористому, волого чи повітряноємнісному середовищі, яке забезпечує дихання коренів, і потребує частого поливу розчином мінеральних солей, приготовленим для конкретного виду вирощуваних рослин [3].

До переваг гідропонного способу вирощування рослин у порівнянні з ґрунтовим можна віднести:

- раціональне використання земельних ділянок;
- кращі умови кореневого живлення і водневоповітряного режиму;
- значні можливості механізації і автоматизації виробничих процесів;
- особливу ефективність в містах без родючої землі;
- високу швидкість росту вирощуваних рослин і підвищення їх врожайності;
- відсутність багатьох проблем з ґрунтовими шкідниками та хворобами, позбавлення використання отрутохімікатів;
- відсутність шкідливих для здоров'я людини речовин, що неминуче присутні у ґрунті;
- зменшення витрат води;
- контроль і управління живильним розчином рослин;
- нормальний ріст і розвиток рослин [4, 5, 6].

Окрім значних переваг гідропонний спосіб має і декілька недоліків, до яких відносять:

- великі грошові вкладення для вирощування рослин даним способом;
- необхідність володіння значною кількістю спеціалізованої інформації для ведення гідропонного господарства;
- неможливість вирощування бульбових культур [7, 8].

Сучасну класифікацію існуючих гідропонних установок за використовуваними в них методами і системами представлено на рис. 1.

Рисунок 1 – Класифікація існуючих методів і систем сучасних гідропонних установок

У відповідності до приведеної класифікації існують п’ять основних методів гідропоніки, одним з яких є агрегатопоніка.

Агрегатопоніка – це метод вирощування овочів, який передбачає висаджування рослин у водонепроникні стелажі, або піддони наповнені субстратом (гравій, гранітний щебінь, керамзит, вермикуліт) з розміром фракцій 3-12 мм. Шар субстрату повинен бути не менше 20 см. Розчин при даному методі, подається способом підтоплення 2-5 разів на день за командами реле часу, без затоплення верхнього шару субстрату. Температура розчину повинна складати 23-25 ^{0}С. Раз на тиждень проводять хімічний аналіз розчину і в залежності від цього виконують корегування його складу. Живильний розчин використовують 1-1,5 місяці, а потім замінюють новим. В кінці вегетаційного періоду кожної культури видаляють всі кореневі залишки з субстрату і здійснюють його дезінфекцію 5 % розчином формаліну протягом трьох діб, а потім проводять 4-5 кратне промивання субстрату теплою водою.

До переваг даного методу можна віднести:

- відсутність необхідності в пристосуваннях для підтримки вирощуваних рослин;
- не потребує додаткової аерації кореневого шару;
- використання одного і того ж самого розчинопроводу, як для подачі так і для відведення його в резервуар;
- не потребує частих подач живильного розчину.

Недоліками даного методу є:

- потреба в будівництві дорогих піддонів і стелажів [9, 10];
- неможливість підведення лазерного випромінювання до кореневої системи рослин за рахунок наявності субстрату.

Наступним методом гідропоніки виступає водна культура.

Водна культура – це метод гідропоніки, при якому коренева система рослин занурена до живильного розчину, що знаходиться в безперервному русі.

Перевагами цього методу є:

- можливість створення оптимальних умов для росту кореневої системи, що формуватиме високий врожай вирощуваної культури;
- зниження втрат мінеральних добрив, води і енергії;
- застосування екологічно чистої технології;
- можливість проведення лазерної обробки коренів рослин, за рахунок наявності місця встановлення опромінювачів.

До недоліків даного методу відносять:

- швидке погіршення аерації розчину;
- зараження живильного розчину патогенними мікроорганізмами;
- необхідність постійного контролю за концентрацією і реакцією живильного розчину та підтримання їх в оптимальних межах [10].

Наступним методом гідропоніки виступає хемопоніка.

Хемопоніка є методом близьким до культури рослин вирощуваних на ґрунтосумішах. Субстратом виступають такі органічні матеріали, як: верховий торф зі ступенем розкладання 30 , сфагновий мох, деревну кору, тирсу, рисове лушпиння, відходи бавовни та ін. Період використання цих матеріалів в якості субстрату складатиме 1-2 роки. Певні органічні матеріали потребуватимуть попередньої підготовки – подрібнення (кора, стружка), а також корегування реакції середовища. Живлення рослин, які вирощуються даним методом, відбувається способом поверхневого поливу живильним розчином.

Переваги даного методу є такими, як і при агрегатопоніці, за винятком додаткового фактору, який полягає у відсутності потреби в спеціальному обладнанні, і тому даний метод є придатним для використання в спорудах захищеного ґрунту.

Недоліком його є також, як і при агрегатопоніці [10]. Відсутність можливості підведення лазерного опромінення до кореневої системи рослин, за рахунок застосування органічного субстрату.

Далі, наступним методом гідропоніки є аеропоніка.

Аеропоніка – це метод при якому коренева система знаходиться у відкритому просторі при постійному обприскуванні живильним розчином через форсунки.

Переваги цього методу: коріння повніше забезпечується киснем у порівнянні з водною культурою, є можливість лазерної стимуляції коренів вирощуваних рослин [10].

Недоліком даного методу є потреба в високій надійності застосовуваного обладнання.

Останнім до методів гідропоніки відносять іонітопоніку.

Іонітопоніка – це метод, який по своїй суті близький до агрегатопоніки. Субстрат, який застосовують складається з суміші двох типів синтетичних іонообмінних смол: катіоніту КУ-2 і аніоніту ЕДЕ-10П. Катіон є нерозчинним у воді світло-жовтого кольору полімер, який має сильну кислу реакцію, гарно сипучій. Розмір його гранул складає 0,3-0,5 мм. Гідроксили він змінює на іони мінеральних солей. Аніоніт ЕДЕ-10П свої іони змінює на сульфати SO_4 --, нітрати NO_3-, фосфорну кислоту H_2PO_4--- та ін. Це жовтий сипучій полімер, розмір його гранул 0,3-1,5 мм. Дані іоніти є міцними, хімічно стійкими, не розкладаються при впливі сонячної радіації, кисню та нормальній температурі повітря.

До переваг даного методу можна віднести: всі позитивні переваги, якими володіє агрегатопоніка, але головною особливістю даного методу є наявність поживних речовин в складі субстрату, що вимагає лише поливу чистою водою[5].

Недоліком його є відсутність умов для встановлення системи лазерної обробки коренів рослин.

Далі, проведемо аналіз класифікації гідропонних установок за існуючими видами гідропонних систем.

Система глибоководних культур DWC – це система, в якій коріння рослин завжди занурене у воду.

Її конструктивний вигляд представлений на рис. 2, вона складається з таких елементів: повітряний компресор 1, аератор 2, трубка передачі повітря до розчину 3, резервуар для живильного розчину 4, кріплення для утримання рослини 5.

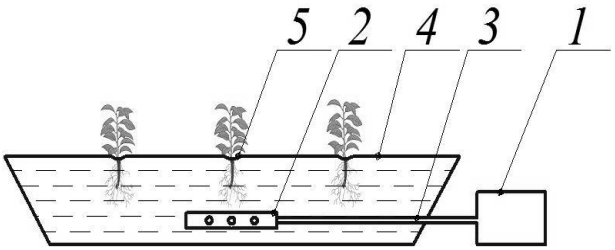

Рисунок 2 – Конструкція системи глибоководних культур DWC

Дана система застосовується для вирощування водолюбних рослин таких, як салати та різні болотні культури. Не застосовується для вирощування овочевих культур. Також, негативним фактором цієї системи є необхідність великої кількості живильного розчину в залежності від кількості вирощуваних рослин [3, 11]. Ця система дозволяє підвести лазерне випромінювання до кореневої системи і провести їх лазерне стимулювання росту.

Система періодичного затоплення – це система, в якій резервуар з коренями вирощуваних рослин розміщених в певному субстраті, періодично (повністю або частково) заповнюється живильним розчином. Загальний конструктивний вигляд даної системи представлений на рис. 3, вона складається з таких елементів: резервуар з подвійним дном 1, насос 2, вихідна трубка насосу 3, трубка обмеження рівня живильного розчину 4, ємність з субстратом для утримання рослини 5.

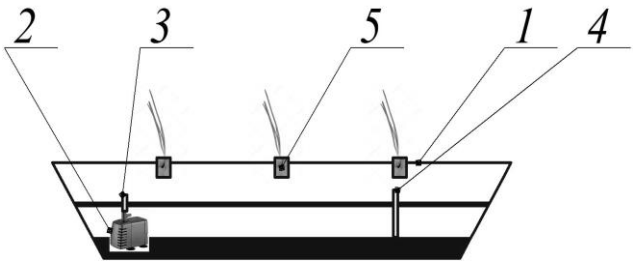

Рисунок 3 – Конструкція системи періодичного затоплення

Система може працювати в двох режимах. В першому, коли коріння вирощуваних рослин знаходиться в повітряному просторі і тільки на дні є незначний рівень розчину, який підтримує постійну вологість. В другому режимі, в залежності від мікроклімату, застосовуваного субстрату і потреб самої рослини, від 2-8 разів таймер вмикає насос на 10-15 хвилин для повного затоплення живильним розчином верхнього відділення резервуару до встановленої межі обмежувальної трубки. Після проходження встановленого часу, таймер вимикає насос до наступного періоду затоплення, і розчин через вихідну трубку насосу зливається в нижнє відділення резервуар. Тим самим, оновлюється повітря в кореневому просторі і коренева система збагачується киснем. Дана система знаходить використання для вирощування овочевих культур [3]. Недоліком її є неможливість підведення лазерного випромінювання для стимулювання росту вирощуваної культури у зв'язку з наявністю субстрату.

Наступною у відповідності до класифікації виступає техніка живлячого шару NFT.

Це система, в якій живлячий розчин потоком постійно та безперервно рухається через корені вирощуваних рослин. Загальний конструкційний вигляд системи представлений на рис. 4 і складається з наступних елементів: резервуар 1, зовнішній насос 2, трубки для підведення і відведення живильного розчину 3, кріплення для утримання рослини 4.

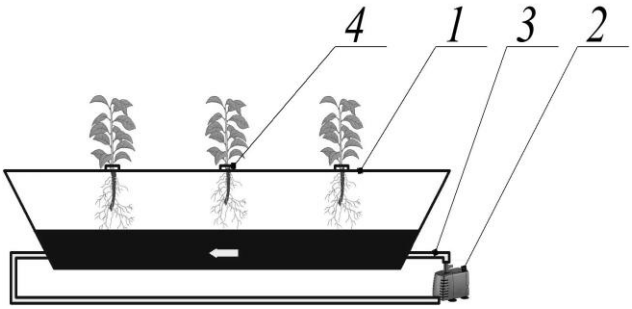

Рисунок 4 – Конструкція системи техніки живлячого шару NFT

Особливістю конструкції резервуару для даної системи є те, що його форма достатньо пласка і широка, а сам розчин створює "струмок" на дні ємкості глибиною не більше 1-2 см. Це забезпечує достатньо широку поверхню, що межує з повітрям. Так, при достатній швидкості руху живильного розчину забезпечується перемішування верхнього шару розчину з повітрям, підвищуючи вологість в кореневому просторі і насичуючи сам розчин киснем без додаткової аерації повітряним компресором [3]. Ця система призначена для вирощування швидко спілих культур – салати і зелень.

Перевагами даної системи є можливість проведення лазерного опромінення коренів рослин, за рахунок відсутності субстрату.

Система крапельного поливу – це система, в якій подача розчину відбувається постійно, або періодично, чітко дозованими порціями.

Її конструкційний вигляд представлений на рис 5, вона складається з таких елементів: резервуару 1, насос 2, ємність з субстратом для утримання рослини 3, трубка для подачі живлячого розчину 4.

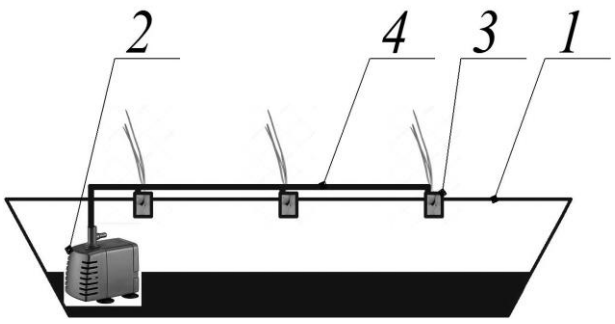

Рисунок 5 – Конструкція системи крапельного поливу

Для подачі живильного розчину в даній системі використовуються регульовані крапельниці розчин з, яких подається під основу стебла рослини на поверхню субстрату [3].

Дана система не дає можливість реалізувати лазерну обробку коренів рослин, за рахунок наявності субстратного середовища для вирощування рослин.

Ґнотова система – це система, яка заснована на використанні капілярних сил, де живлячий розчин подається до коренів рослин по ґноту.

Загальний вигляд конструкції даної системи представлений на рис. 6, вона складається з таких елементів: ємності для живильного розчину 1, ґноту 2, субстрату з утримувачем рослини 3.

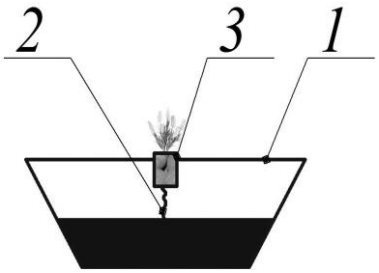

Рисунок 6 – Конструкція ґнотової системи

Дана система гідропоніки є досить простою в експлуатації, але має ряд недоліків: пропускна здатність ґноту є значно обмеженою, застосовується для вирощування декоративних рослин [11], неможливість встановлення лазерних опромінювачів кореневої системи.

Висновки. В результаті проведеного аналізу існуючих сучасних методів і систем гідропонних установок можна встановити, що для ефективного використання лазерної обробки кореневої системи рослин потрібно обрати метод водної культури і системи, або глибоководних культур DWC, або техніки живлячого шару NFT.

Список використаних джерел

1. Серьогін В. К. Ефективність виробництва продукції рослинництва як фактор забезпечення продовольчої безпеки країни / В. К. Серьогін // Науково-виробничий журнал "Бізнес-навігатор". – 2014. – № 1. – С. 99-103.

2. Волкова Н. А. Анализ состояния и развития сельского хозяйства одесского региона / Н. А. Волкова // Вестник ТвГУ. Серия: Экономика и управление. – 2014. – № 4-2. – С. 281-289.

3. Гидропоника – обзор основных методов гидропоники [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.gidroponika.su/gidroponika-teorija.html/gidroponika-obzor-osnovnyh-metodov-gidroponiki.html.

4. Переваги та методи вирощування рослин на гідропоніці [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://sadgorod.in.ua/gorod/perevagi-ta-metodi-viroshchuvannya-roslin-na-gidroponici/.

5. Алиев Э. А. Выращивание овощей в гидропонных теплицах. – 2-е изд., доп. и перераб. / Алиев Э. А. – К.: "Урожай", 1985. – 160 с.

6. Гідропоніка [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://floragrowing.com/uk/encyclopedia/gydroponyka.

7. Бентли М. Промышленная гидропоника. Перевод с английского. С предисловием и под. ред. канд. биол. наук В. Н. Былова. / Бентли М. – М.: "Колос", 1965. – 376 с.

8 Що таке гідропоніка [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.agrosputnik.net/scho-take-hidroponika/.

9. Какие бывают гидропонные системы [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://floragrow.ru/gidroponika/gidroponnye-sistemy.html.

10. Синявський О. Ю. Автоматичне керування мінеральним живленням рослин у гідропонних теплицях / О. Ю. Синявський, В. В. Савченко. – К.: ЦП "Компринт", 2016. – 249 с.

11. Разновидности гидропоники [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.promgidroponica.ru/raznovidnostigidroponiki.

Аннотация

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТОДА И СИСТЕМЫ С ОБЩЕЙ КЛАССИФИКАЦИИ ГИДРОПОННЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ РАСТЕНИЙ

Сухин В. В., Лисиченко Н. Л.

В статье приводится анализ существующих методов и систем гидропонного способа выращивания растений, оценка их преимуществ и недостатков, а также на основе анализа предлагается метод и система, которая позволит наиболее эффективно применять лазерное излучение для обработки корней растений, стимулировать их рост и развитие.

Abstract

DEFINITION OF THE METHOD AND SYSTEM OF GENERAL CLASSIFICATION OF HYDROPONY INSTALLATION FOR EFFICIENT USE OF LASER PROCESSING ROOT SYSTEM OF PLANTS

V. Sukhin, M. Lysychenko

The article gives an analysis of existing methods and systems of the hydroponic method of growing plants, estimating their advantages and disadvantages, and also on the basis of the analysis the method and system, which will allow the most effective application of laser radiation for treatment of plant roots, will stimulate their growth and development.