

УДК 631.674.6:631.559

DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2022.52.81-86>

К.В. Васильковська, доц., канд. техн. наук, **М.М. Ковальов**, канд. с.-г. наук, **О.О. Андрієнко**, доц., канд. с.-г. наук, **Г.І. Корнічева**, агрон.

Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна

e-mail: vasilkovskakv@ukr.net

Технічне забезпечення гідропоніки, як прогресивного виду вирощування овочевих культур

В статті запропоновано схему гідропонної установки (NFT) для вирощування зелених овочевих культур в умовах закритого ґрунту. Вирощування зелених овочевих культур в умовах гідропонних систем дає можливість отримувати врожай цілий рік, при чому в об'ємі набагато більшому ніж за ґрунтових умов. Розроблена конструкція гідропонної системи дає можливість отримувати сталий врожай рослин салату при використанні субстрату. Використана установка системи NFT із використанням поживного розчину мінерально-біологічних препаратів дозволяє отримати розсаду з добре розвинутою кореневою системою та надземною частиною. Проведені дослідження дали змогу отримати врожайність, що переважає врожайність в ґрунтових умовах на 10-15%, а в перерахунку на рік – в 5,0-5,5 рази.
гідропонний метод, овочеві культури, установка, субстрат, мінеральний розчин

Постановка проблеми. Продовольча безпека в Україні та світі залежить від багатьох факторів, насамперед від добової енергетичної цінності споживання та забезпечення раціону людини продуктами харчування. Загострення продовольчої кризи та неможливість вивезення продукції сільськогосподарського виробництва з портів на тлі війни в Україні, лише посилює питання продовольчої безпеки [1].

В умовах нестабільного землеробства Центральної України вирощування вимогливих до вологості овочевих культур є досить проблематичною задачею. Часткова окупація тих регіонів, які постачали на ринок України овочеві культури, спонукає до пошуку нових методів вирощування овочевих культур протягом всього року. Овочеві культури в зоні ризикованого землеробства вирощуються в основному із використанням різних способів зрошення [2]. Таким чином використання краплинного зрошення, ін'єкційного зрошення та елементів гідропоніки є головною складовою виконання технологічного процесу вирощування овочевих культур.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Технологічний процес вирощування овочевих культур обов'язково включає в себе наступні складові: якісне насіння з високим генетичним потенціалом, зрошення, використання вискоєфективних добрив, захист рослин від шкочинних організмів та механізацію всіх етапів технологічного процесу [3].

Ідея використання гідропоніки виникла за античних часів. Прикладом її втілення можна вважати одне із семи чудес світу – Вісячі сади Семіраміди, свідчення про існування яких датується існуванням Вавилонського царства. Однак слід зауважити, що в садах було використано ґрунт, хоча і була зроблена спроба забезпечення рослин поживними речовинами за допомогою системи зрошення [4, 5].

Принцип споживання рослинами поживних речовин вперше був застосований Аристотелем, саме він зробив висновок про те, що кінцевий продукт, що надходить до

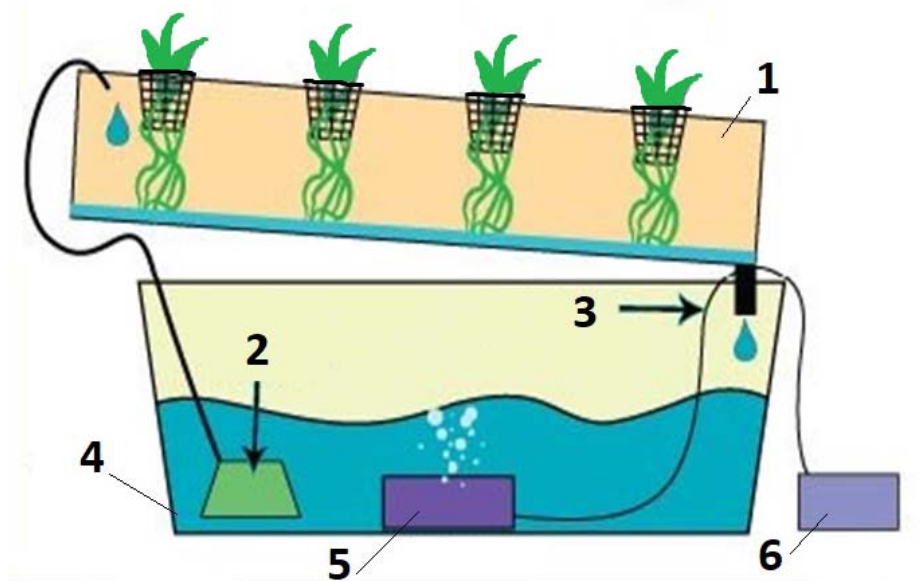
коріння в якості харчування, має органічну форму [6]. Вчений відкрив основу гідропоніки – рослини беруть з ґрунту неорганічні речовини, отримані в результаті розпаду органіки. Таким чином для розвитку і росту їм не потрібен ґрунт, а потрібне світло, сталий температурний режим та раціональне надходження неорганічних речовин до кореневої системи.

Постановка завдання. Метою написання статті є обґрунтування схеми установки для гідропонного вирощування овочевих культур в умовах закритого ґрунту для отримання сталих врожаїв овочевих культур протягом всього року.

Виклад основного матеріалу. Гідропонний метод – це спосіб вирощування культур на «фальшивих» ґрунтах. При цьому методі коренева система отримує харчування із середовища, що володіє волого-повітряною характеристикою, а також в цьому середовищі відбувається сильна аерація водного простору.

В якості ґрунту, можуть бути застосовані тверді пористі матеріали, які дадуть можливість кореневій системі «дихати». Такий заміник ґрунту потребує досить частого (крапельного) зрошення, за потребою може використовуватись удобрення сумішшю. В якості матеріалу для такого замінника ґрунту застосовують мінеральну вату, керамзит, кокосові субстрати, тирсу та подібні їм речовини [7].

Для проведення дослідження на кафедрі загального землеробства ЦНТУ розроблено і виготовлено гідропонну установку, яка працює за принципом поживного шару (NFT). Установка розроблена для вирощування зелених овочевих культур. В якості субстрату було використано кокосово-агроперлітну ґрунтосуміш, також в установці можна використовувати мінеральну вату або лляні килимки (рис. 1).



1 – лоток з рослинами; 2 – насос живильних речовин; 3 – трубка для повернення живильних речовин;
4 – резервуар; 5 – розпилювач; 6 – помпа

Рисунок 1 – Типова схема гідропонної установки (NFT)

Джерело: розроблено авторами із використанням [1, 3]

Використовувана установка є компактною, забезпечується системою освітлення та працює в автоматичному режимі. Корисна площа установки складає $0,104 \text{ м}^2$, таким чином можливо одночасно вирощувати від 40 до 112 рослин салату.

Обов'язковою умовою роботи установки є постійний доступ кисню до коренів рослин. Для цього в установці використано помпу 6 (компресор). Від помпи трубка потрапляє до розпилювача 5.

В кришці лотка 1 прорізано отвори для горщиків з рослинами. Діаметр отвору повинен дозволяти горщикам занурюватись на половину, однак при цьому він не повинен провалюватися. Крок між отворами підбирається з урахуванням особливостей рослин. Для вирощування салату та зелені крок становить 10 см.

В бічній частині лотка 1 виготовлено отвір для підключення насоса 2 та шлангів. Резервуар 4 заповнено рідиною на 2/3 висоти.

Горщики для рослин заповнені субстратом, в якості якого використано кокосово-агроперлітну ґрунтосуміш. Горщики розміщено в пророблених отворах, при чому їх нижня частина повинна бути зануреною у рідину. Після збору та перевірки працездатності установки, висаджувалось насіння. Нами використано насіння салату сорту Тудела.

Після перший паростків в рідину додавались поживні елементи. Правильність приготування живильного розчину має важливе значення. Вода, як основа розчину, повинна бути чистою, низько мінералізованою. Для поживного розчину використовуються водорозчинні добрива. Нами використовувалось комплексне добриво з мікроелементами та біологічними препаратами [7, 9].

Так як, рідина в резервуарі із часом може випаровуватись, потрібно стежити за її рівнем та, за необхідності, поповнювати. Рекомендовано компресор використовувати не менше чотирьох годин на добу. Нами використано таймер, який підключав компресор в заданий час.

Щотижня відбувався контроль режиму живлення рослин та проводився аналіз поживного розчину, а щодня відбувався контроль величини рН та вмісту солей. За необхідністю коригувався вміст макро- і мікроелементів [8].

Поживний розчин змінюємо повністю один раз на місяць, так як в ньому може накопичуватись сірка та розклались залишки відмерлих частин рослин.

Використання мінерального розчину в гідропонній установці дало істотний вплив на ріст і розвиток рослин салату та спричинило приріст площі листових пластинок (рис. 2).

В досліді отримано врожайність салату сорту Тудела – 4,9 кг/м², що на 10-15% більше ніж у ґрунтових умова, а за використання установки цілий рік – більше в 5,0-5,5 рази.



Рисунок 2 – Загальний вигляд рослин салату та гідропонної установки (NFT) для вирощування салату

Джерело: розроблено авторами

Виростання новітніх інноваційних технологій у тепличному господарстві, як закордоном, так і в Україні, дає нові можливості для інтенсифікації виробництва овочевої продукції протягом всього року. А використання гідропонних установок із системою життєзабезпечення рослин мікроелементами надає новий рівень для вирощування цих рослин навіть без використання ґрунту.

Метод гідропоніки базується на використанні новітніх досягнень хімії, біології та електронних систем життєзабезпечення. Метод добре зарекомендував себе для вирощування, як овочевих, так і кімнатних рослин. Найбільшою перевагою гідропоніки є висока врожайність (приблизно в 5 разів вище, ніж при вирощуванні в ґрунті). Пояснення тому просте: перебуваючи в ґрунті, рослині доводиться шукати корисні речовини, і основна частина зусиль витрачається на ріст кореневої системи, а не надземної його частини, а вирощування рослин в спеціальному розчині дозволяє їм отримувати всі необхідні мікро- та макроелементи в повному обсязі, без додаткових зусиль. Завдяки цьому, енергія рослини спрямована на розвиток надземної його частини, що сприяє збільшенню їх врожайності [10].

Також до переваг слід віднести відсутність потреби у використанні фунгіцидів. Так як, без наявності ґрунту відсутні такі шкідники, як капустаєць та сциаріди.

До найбільшої переваги слід віднести економію води та контроль речовин, які вони поглинають в процесі розвитку.

Однак, метод гідропоніки вимагає наукового підходу, тут важливо дотримуватися правильного температурного режиму та регулярно контролювати кислотність води. Слід тримати постійну температуру в межах 20-25°C.

Висновки. Отже, виходячи умов сьогодення, все більш важливим питанням є забезпечення населення овочевими культурами цілий рік. Новітні системи вирощування зелених овочевих культур в умовах гідропонних систем дає можливість отримувати врожай цілий рік, при чому в об'ємі набагато більшому ніж за ґрунтових умов. Розроблена конструкція гідропонної системи дає можливість отримувати сталий врожай рослин салату при використанні кокосово-агроперлітну ґрунтосуміш в якості субстрату. Запропонована установка системи NFT із використанням поживного розчину мінерально-біологічних препаратів дозволила отримати розсаду з добре розвиненою кореневою системою та надземною частиною із врожайністю 4,9 кг/м², яка переважає врожайність в ґрунтових умовах на 10-15% і в перерахунку на рік – в 5,0-5,5 рази.

Список літератури

1. Vasytkovska K., Andriienko O., Vasytkovskyi O., Andriienko A., Popov V. and Malakhovska V. (2021). Dynamics of export potential of sunflower oil in Ukraine. *HELIA*, 44(74). 115-123. DOI: <https://doi.org/10.1515/helia-2021-0001>
2. Ковальов М.М., Кулик Г.А., Машенко Ю.В. Продуктивність індетермінантних гібридів томату залежно від органічних мульчуючих матеріалів та краплинного зрошення. *Аграрні інновації*. – Херсон: Видавничий дім «Гельветика», Вип. 12, 2022: С. 34-40. DOI: <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2022.12.6>
3. Васильковська К.В., Ковальов М.М., Андрієнко О.О. Технічне забезпечення ін'єкційного зрошення овочевих культур. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб.* Вип. 51, 2021. С. 14-20. DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2021.51.14-20>
4. Руденко М. Чудесна гідропоніка: Усі секрети врожаю в гідрогелі, торфі, сінні, мхі. Харків: Vivat, 2017. 224 с.
5. Гіль Л.С., Пашковський А.І., Суліма Л.Т. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту. Ч. 1. Закритий ґрунт: навч. посіб. Вінниця: Нова книга, 2008. 368 с.

6. Мітков В.Б., Шиленко А.С. Удосконалення поливу та режимів краплинного зрошення в умовах закритого ґрунту. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали II Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції*. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С.51-54.
7. Ковальов М.М., Звездун О.М. Вирощування найпоширеніших сортів салату ромен на різних типах субстратів в NFT системах. *Водні біоресурси та аквакультура*. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», Вип. 9 (1), 2021. С. 27-36. DOI: <https://doi.org/10.32851/wba.2021.1.3>
8. Бондаренко Г.Л., Яковенко К.І. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. Харків: Основа, 2001. 369 с.
9. Howard M. R. (2013). Hydroponic food production. NW. Taylor & Francis Group. P. 155.
10. 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-педагогічного підвищення кваліфікації у галузі аграрних наук та продовольства*. Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2021. С. 33-37.

Referencis

1. Vasytkovska, K., Andriienko, O., Vasytkovskyi, O., Andriienko, A., Popov, V. a& Malakhovska, V. (2021). Dynamics of export potential of sunflower oil in Ukraine. *HELIA*, 44(74): 115-123. DOI: <https://doi.org/10.1515/helia-2021-0001> [in English].
2. Kovalov, M.M., Kulyk, H.A. & Mashchenko, Yu.V. (2022). Productivity of indeterminate tomato hybrids depending on organic mulching materials and drip irrigation [Produktyvnist indeterminantnykh hibrdiv tomatu zalezho vid orhanichnykh mulchuiuchykh materialiv ta kraplynnoho zroshennia]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian innovations, Issue 12*. 34-40. DOI: <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2022.12.6> [in Ukrainian]
3. Vasytkovska, K.V., Kovalov, M.M. & Andriienko, O.O. (2021). Technical support of injection irrigation of vegetable crops [Tekhnichne zabezpechennia inieksiinoho zroshennia ovochevykh kultur]. *Konstruivannja, vyrobnyctvo ta ekspluatacija sil'skohospodars'kyx mashyn – Design, manufacture and operation of agricultural machinery, Issue 51*, 14-20. DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2021.51.14-20>
4. Rudenko, M. (2017). Wonderful hydroponics: All the secrets of the harvest in hydrogel, peat, hay, moss [Chudesna hidroponika: Usi sekrety vrozhaiu v hidroheli, torfi, sini, mkhe], Harkiv: Vivat [in Ukrainian]
5. Hil, L.S., Pashkovskyi, A.I. & Sulima, L.T. (2008). Modern technologies of vegetable growing in closed and open soil. Closed ground: training manual. [Suchasni tekhnolohii ovochivnytstva zakrytoho i vidkrytoho ґрунту. Zakrytyi ґрунт: navchalnyi posibnyk]. Vinnytsia: Nova knyha [in Ukrainian]
6. Mitkov, V.B. & Shylenko, A.S. (2020). Improvement of watering and drip irrigation regimes in closed soil conditions [Udoskonalennia polyvu ta rezhymiv kraplynnoho zroshennia v umovakh zakrytoho ґрунту]. *Technical support of innovative technologies in the agro-industrial complex: II Mizhnarodna nauko-praktichnf Internet-konferentsia – II International Science and Practice Internet Conferences (pp. 51-54.)*, Melitopol': TDAТУ [in Ukrainian]
7. Kovalov, M.M. & Zvezdun, O.M. (2021). Cultivation of the most common varieties of romaine lettuce on different types of substrates in NFT systems [Vyroshchuvannia naiposhyrenishykh sortiv salatu romen na riznykh typakh substrativ v NFT systemakh]. *Vodni bioresursy ta akvakultura – Aquatic bioresources and aquaculture, Issue 9(1)*, 27-36. DOI: <https://doi.org/10.32851/wba.2021.1.3> [in Ukrainian]
8. Bondarenko, H.L. & Yakovenko, K.I. (2001). Methods of research in vegetable growing and melon growing [Metodyka doslidnoi spravy v ovochivnytstvi i bashtannytstvi]. Kharkiv: Osнова [in Ukrainian]
9. Howard, M. R. (2013). Hydroponic food production. NW. Taylor & Francis Group, 155 [in English].
10. Kovalov, M.M. & Vasytkovska, K.V. (2021). Prospects for the development of greenhouse farming in Ukraine [Perspektyvy rozvytku teplychnoho hospodarstva v Ukraini]. *Agrarian sciences and food in the modern education system: relations and countermeasures: nauko-pedahohichnohe pidvyshchennia kvalifikatsii u haluzi ahrarnykh nauk ta prodovolstva – Scientific and Pedagogical Professional Development in the Field of Agrarian Sciences and Food*, 33-37. [in Ukrainian]

Kateryna Vasytkovska, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Mykola Kovalov**, PhD agr. sci., **Olha Andriienko**, Assoc. Prof., PhD agr. sci., **Halina Kornicheva**, Agr.

Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, Ukraine

Technical Support of Hydroponics as a Progressive Type of Growing Vegetable Crops

The aggravation of the food crisis and the impossibility of exporting agricultural products from the ports against the backdrop of the war in Ukraine only exacerbates the issue of food security. The purpose of writing the article is to substantiate the installation scheme for hydroponic cultivation of vegetable crops in closed soil conditions for obtaining stable harvests of vegetable crops throughout the year.

To carry out research, a hydroponic plant that works on the principle of a nutrient layer (NFT) was developed and manufactured at the Department of General Agriculture of the Central Ukrainian National Technical University. The installation is designed for growing green vegetable crops. A coconut-agroperlite soil mixture was used as a substrate. The used installation is compact, provided with a lighting system and works in automatic mode. The useful area of the installation is 0.104 m², so it is possible to grow from 40 to 112 lettuce plants at the same time. The use of a mineral solution in a hydroponic installation had a significant effect on the growth and development of lettuce plants and caused an increase in the area of leaf plates. In the experiment, the yield of Tudela variety lettuce was obtained - 4.9 kg/m², which is 10-15% more than in soil conditions, and if the installation is used all year round - 5.0-5.5 times more. The advantage of the method is that there is no need to use fungicides. Since, without the presence of soil, there are no such pests as cabbageworm and sciaridis. And the biggest advantage is saving water and controlling the substances they absorb in the process of development.

The latest systems of growing green vegetable crops in the conditions of hydroponic systems make it possible to harvest all year round, and in a much larger volume than under soil conditions. The developed design of the hydroponic system makes it possible to obtain a steady crop of lettuce plants when using a coconut-agroperlite soil mixture as a substrate. The proposed installation of the NFT system using a nutrient solution of mineral-biological preparations made it possible to obtain seedlings with a well-developed root system and an above-ground part with a yield of 4.9 kg/m².

hydroponic method, vegetable crops, installation, substrate, mineral solution

Одержано (Received) 12.10.2022

Прорецензовано (Reviewed) 07.11.2022

Прийнято до друку (Approved) 26.12.2022

УДК 631.331.8

DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2022.52.86-98>

Е. Б. Алієв, ст.досл. д-р техн. наук, директор

*Інститут олійних культур Національної академії аграрних наук України,
м. Запоріжжя, Україна*

e-mail: aliev@meta.ua

П.Є. Безверхній, асп.

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

e-mail: niklinko21@gmail.com

Чисельне моделювання сповільнювача насіння пневматичної сівалки точного висіву

В результаті чисельного моделювання сповільнювача насіння пневматичної сівалки John Deere в програмному пакеті Star CCM+ отримано візуалізацію процесу руху насіння і повітряного потоку в робочій області сповільнювача. За результатами чисельного моделювання і обробки отриманих даних в програмному пакеті Wolfram Mathematica отримані рівняння регресії третього порядку в розкодованому вигляді без урахування значущих коефіцієнтів за t-критерієм Стьюдента залежностей швидкості повітряного потоку, швидкості насіння на виході сповільнювача насіння і коефіцієнта зміни норма висіву від швидкості повітряного потоку на вході і відношення площі випускних отворів до площі входу.

насіння, сівалка, точний висів, сповільнювач, моделювання, симуляція, швидкість