

УДК 63:535.21

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГІДРОПОННОГО
ВИРОЩУВАННЯ ЗЕЛЕНИХ ОВОЧІВ ШЛЯХОМ
ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ОПТИЧНОЇ
ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ**

**Кунденко М. П., д.т.н.,
Бархатов О. М., к.т.н.,
Автухов А. К., к.т.н.,
Ковальчук І. М., інженер,
Румянцев О. О., інженер,
Шинкаренко І. М., інженер**

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Тел. (057)712-28-33

Анотація – розглянуті закономірності ефективної зміни виходу біомаси в процесі гідропонного вирощування зелених овочів при умові різних режимів УФ-опромінення та фільтрації живильного розчину.

Ключові слова: опромінення, екстинкція, інактивація, поглинання, знезараження.

Постановка проблеми. До найбільш прогресивних методів гідропонних технологій відноситься проточна культура, що дозволяє протягом цілого року вирощувати багаті вітамінами зелені овочі. Переваги методу полягають в тому, що сприятливі умови для росту кореневої системи створюються за рахунок безперервної циркуляції живильного розчину, якість якого впливає на продуктивність рослин. Для підвищення якості живильного розчину необхідно проводити його знезараження. Представляється доцільним здійснювати знезараження живильного розчину з використанням способів і технічних засобів електротехнології, зокрема ультрафіолетового (УФ) опромінювання, яке летально для більшості хвороботворних мікроорганізмів.

Аналіз останніх досліджень. На основі аналізу встановлено, що до числа найбільш перспективних методів гідропонного вирощування рослин відноситься проточна культура. Для росту і розвитку кореневої системи необхідно створювати оптимальні умови за рахунок безперервної циркуляції живильного розчину, якість якого визначає продуктивність рослин. А для забезпечення відповідності характеристик

живильного розчину фітосанітарним нормам необхідно проводити його знезараження.

Знезараження та очищення живильного розчину доцільно здійснювати при комплексному використанні УФ-опромінення і фільтрації, що є важливим вирішенням питання летального ісходу для більшості бактерій, вірусів і спор. Як правило, у випадку фільтрації рідких середовищ рекомендується видалення механічних домішок. Відмінною особливістю живильного розчину є наявність мікро- (бактерій, спор і т. п.) і нанорозмірних (вірусів і т. п.) патогенів, стійкість яких до впливу УФ-випромінювання поступово підвищується. При цьому для інактивації мікророзмірних патогенів потрібні підвищені дози УФ-опромінення. У зв'язку з цим перспективним видається видалення в процесі фільтрації не тільки механічних домішок, а й мікророзмірних патогенів.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Визначити шляхи підвищення ефективності гідропонного вирощування зелених овочів шляхом використання технічних засобів оптичної електротехнології.

Основні матеріали дослідження (основна частина). На підставі розробленої методики виконано розрахунок установки для УФ-опромінення і фільтрації живильного розчину, а також підібрані фільтруючі елементи і джерело УФ-випромінювання. Дані фізико-хімічних характеристик живильного розчину представлені в табл. 1.

Таблиця 1 - Фізико-хімічні характеристики живильного розчину

| Коефіцієнт пропускання | | | Показник поглинання | | | Екстинкція | | |
|---|------|-------|---------------------|------|-------|------------|------|-------|
| мін. | сер. | макс. | мін. | сер. | макс. | мін. | сер. | макс. |
| Перед фільтрацією | | | | | | | | |
| кольоровість – 30...33 град., мутність – більш 2,5 мг/дм ³ | | | | | | | | |
| 0,51 | 0,57 | 0,63 | 0,46 | 0,55 | 0,64 | 0,20 | 0,24 | 0,28 |
| Після фільтрації | | | | | | | | |
| кольоровість – 30...33 град., мутність – менш 2,0 мг/дм ³ | | | | | | | | |
| 0,73 | 0,74 | 0,75 | 0,29 | 0,32 | 0,35 | 0,13 | 0,14 | 0,15 |

Ефективність процесу фільтрації може бути оцінена шляхом визначення фізико-хімічних показників живильного розчину, які безпосередньо впливають на енергетичні витрати процесу УФ-знезараження: коефіцієнт пропускання, показник поглинання, екстинкція і т. д. (рис. 1).

На підставі багатофакторних експериментів отримані рівняння регресії, які адекватно описують відгук рослин на УФ-опромінення і фільтрацію живильного розчину (при зміні витрати живильного роз-

чину в межах 0,019-0,021 дм³/с і температури живильного розчину в межах 18-22 °С):

$$\begin{aligned} y_1 &= 240,8 - 21,5x_1^2 - 24,6x_2^2; \\ y_2 &= 30,7 - 3,1x_1^2 - 3,2x_2^2, \end{aligned} \quad (1)$$

де y_1, y_2 - біомаса листя салату і біомаса кореневої системи відповідно;

x_1, x_2 - витрата живильного розчину і температура живильного розчину відповідно.

Отримані рівняння регресії дозволили визначити, що для досягнення найбільшого відгуку рослин на знезараження живильного розчину необхідно прийняти: дозу опромінення 15 мДж/см²; витрату 0,02 дм³/с; температуру 20°С для живильного розчину з коефіцієнтом пропускання 0,75; показником поглинання 0,3; екстинкцію 0,15.

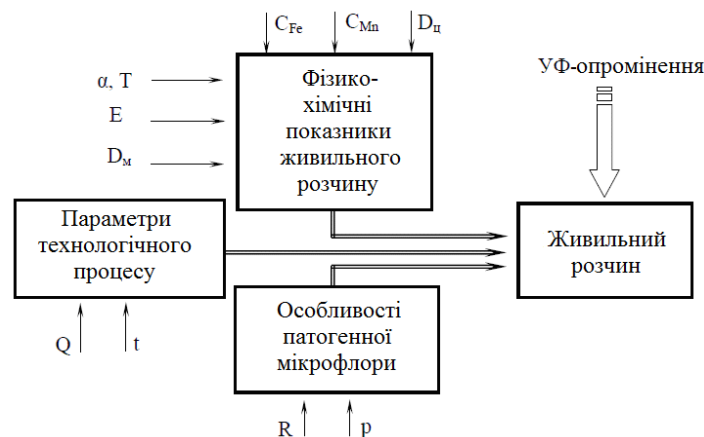


Рис. 1. Фактори, що впливають на енергетичні витрати процесу

УФ-знезараження поживних розчинів: Q - витрата, м³/год; t - температура, °С; R - тип, розміри, мкм, нм; p - рівень необхідної дезінфекції; T - коефіцієнт пропускання, %; E - екстинкція, абс. од.; α - показник поглинання, см⁻¹; D_m - мутність, мг/дм³; D_ц - кольоровість, град.; C_{Fe}, C_{Mn} - вміст іонів заліза, марганцю, мг/дм³.

Розроблена нами лабораторна установка (рис. 2) для знезараження живильного розчину включала в себе резервуар, насос, капсульні фільтри, манометри, гнучкі трубопроводи, УФ-виромінювач типу UV-S. Об'єм фільтра – 0,06·10⁻³ м³; час фільтрації – 3,5 с; витрати електроенергії на знезараження живильного розчину – 0,2 кВт·год/м³. Для зміни режимів знезараження були передбачені вентилі і байпас.

Для дослідження параметрів живильного розчину використовувалися методи фотометрії (показник поглинання, коефіцієнт пропускання; екстинкція; мутність; кольоровість); іонометрії (активність іонів); кондуктометрії (електропровідність). Експериментальні дослідження проводилися при вирощуванні салату сорту Московський. В

якості відгуку рослин на фільтрацію і УФ-опромінення живильного розчину розглядалися біомаса листя і біомаса кореневої системи, які визначалися по завершенні вегетаційного періоду.

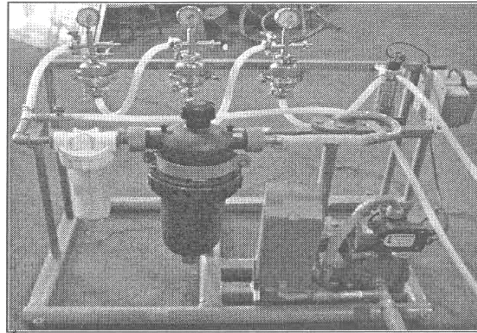


Рис. 2. Фрагмент лабораторної установки.

Вирощування салату здійснювалося протягом 30 діб при дотриманні необхідних параметрів мікроклімату. Розмір вибірки становив 60 рослин; досліди проводилися в чотирикратній повторності; використовувалися принципи рандомізації, що забезпечувало достатню точність досліду. Отриману біомасу визначали на вагах типу ВЛКТ-500. Екологічна чистота біомаси визначалася за вмістом нітратів, пестицидів, радіонуклідів та важких металів (рис. 3).

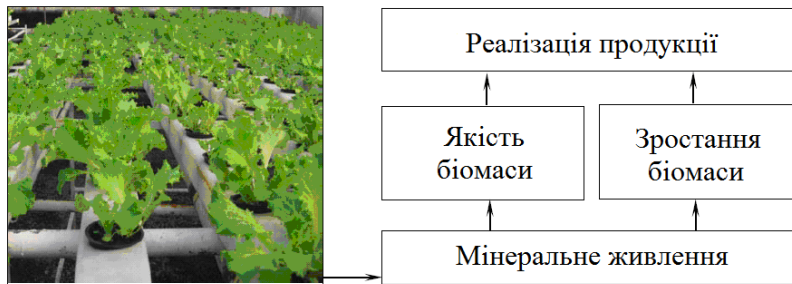


Рис. 3. Оціночні показники ефективності знезараження живильного розчину.

Для каскаду з 5 капсульних фільтрів підібрані фільтруючі елементи з рейтингом фільтрації до 0,2 мкм, що забезпечують ефективність затримання частинок не менше 96 % і розраховані на діапазон робочих температур 0...40⁰С, діапазон рН 2...12.

Проведені дослідження показали, що УФ-опромінення і фільтрація живильного розчину сприяють зменшенню загального числа мікроорганізмів, інактивації хвороботворних організмів і зниженню ураженості рослин хвороботворними мікроорганізмами. У цьому випадку зазначалося перевищення контрольного рівня по виходу біомаси салату на 10...15 % при збереженні біологічної повноцінності та екологічної чистоти отримуваної продукції.

Зміни електропровідності та активності іонів свідчать про активне протіканні процесів росту і розвитку кореневої системи, а також мінерального живлення рослин.

Висновок. Розроблена установка знезаражує живильний розчин шляхом фільтрації і УФ-опромінення, що реально дозволяє знизити необхідний бактерицидний потік і необхідну дозу опромінення в 1,5-1,8 рази за рахунок чого, відбувається зниження енерговитрат на отримання одиниці продукції на 2,5-3,0 ГДж/т та збільшення енергетичної ефективності на 13-15 %.

Список використаних джерел.

1. Кунденко Н. П. Влияние ультрафиолетового излучения на качество питательного раствора теплиц / Н. П. Кунденко, И. М. Ковальчук, И. Н. Шинкаренко // Вісник ХНТУСГ імені П. Василенка. - Вип. 159 (Технічний сервіс машин для рослинництва). – Х.: Апостроф, 2015. - 234 с.

2. Басарыгина Е. М. Сравнение технологий гидропонного выращивания зеленых овощей / Е. М. Басарыгина, Т. Н. Горяинова, Т. А. Басарыгина // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. – № 1. – С. 14–15.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИДРОПОННОГО ВЫРАЩИВАНИЯ ЗЕЛЕННЫХ ОВОЩЕЙ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОПТИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ

Кунденко Н. П., Бархатов А. Н., Автухов А. К., Ковальчук И. М.,
Румянцев А. А., Шинкаренко И. Н.

Аннотация – рассмотрены закономерности эффективного изменения выхода биомассы в процессе гидропонного выращивания зеленых овощей при условии различных режимов УФ-облучения и фильтрации питательного раствора.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF GREEN HYDROPONIC CULTIVATION OF VEGETABLES BY USING TECHNICAL MEANS OPTICAL ELECTROTECHNOLOGY

N. Kundenko, A. Barhatov, A. Avtuhov, I. Kovalchuk,
A. Rumyantsev, I. Shinkarenko

Summary

The article considers the characteristics of effective change in biomass yield in the process of hydroponic cultivation of green vegetables subject to different modes of UV irradiation and filtration of nutrient solution.