

## ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ АКТИВАЦІЇ ПОЛИВАЛЬНОЇ ВОДИ ТА ЖИВИЛЬНИХ РОЗЧИНІВ У ТЕПЛИЦЯХ

Коваленко Л. Р., Коваленко О. І., Федюшко Ю. М.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

*Роботу присвячено проблемі застосування нових електротехнологій для обробки поливальної води та живильних розчинів в оочівництві захищеного ґрунту з метою їх активації.*

**Постановка проблеми.** Оочівництво закритого ґрунту відіграє важливу роль в забезпеченні населення овочами, а також в забезпеченні розсадою відкритого ґрунту. На Україні налічується 3160 га закритого ґрунту, з них 563 га зимових теплиць. Понад 20% площ зимових теплиць обладнано для гідропонного способу вирощування [1].

У закритому ґрунті виробництво овочів складає 250 тис. т., або 5 кг на душу населення, за норми – 13 кг. Цей показник у 6...10 разів нижчий, ніж у країнах з розвиненим тепличним виробництвом.

Врожайність овочів у закритому ґрунті низька: в зимових теплицях – 21,8 кг/м<sup>2</sup>; у весняних – 5,7 кг/м<sup>2</sup>; в утепленому ґрунті – 2,8 кг/м<sup>2</sup>. Якість овочів часто не відповідає сучасним вимогам через великі дози пестицидів і недосконалість системи мінерального живлення.

Затрати енергії в зимових теплицях становлять 12...30 т умовного палива на 1 т продукції, металу 18...30 кг/м<sup>2</sup>, добрив 1,5...2,5 кг/м<sup>2</sup>. Затрати праці в перерахунку на 1 т продукції становлять 85...200 люд.-год. Техніко-економічні показники виробництва тепличних овочів в Україні у 2...4 рази нижчі від сучасного світового рівня [2].

У тепличному оочівництві, для доведення споживання продукції до норми, ставиться завдання щорічно вирощувати 650 тис. т овочів. При сучасних технологіях це потребувало б потужностей у піковий період 15...17 млн. кВт, що становить третину усіх потужностей на Україні. Основним напрямком інтенсифікації тепличного оочівництва є перехід до енергозберігаючих технологій виробництва.

**Аналіз останніх досліджень.** В даний час в Україні поширюються технології вирощування овочів в теплицях гідропонним способом на субстратах неорганічного походження. Ці технології мають ряд переваг перед вирощуванням овочів у теплицях з ґрунтом: покращується використання площі закритого ґрунту, так як скорочується вегетаційний період рослин; вища урожайність і якість продукції за рахунок регулювання складу розчину і режимів підкормки; скорочуються витрати води, добрив і теплової енергії; відсутні бур'яни; скорочуються кількість шкідників і хвороб; знижується собівартість продукції і затрати праці; відкриваються широкі можливості для комплексної автоматизації основних технологічних процесів [3].

В останні роки дослідження були спрямовані на створення економічного варіанту гідропоніки, який реалізований при вирощуванні рослин в малооб'ємних пристроях: жолобах, пліткових лотках,

контейнерах, мінераловатних плитах тощо. В скандинавських країнах та Великобританії за даною технологією овочі вирощують більш як на 80% площ теплиць, Франції – 90% [1]. В Україні ці технології впроваджені в АТ "Київська овочева фабрика", "Пуща-Водиця".

Із малооб'ємних технологій набуло поширення вирощування рослин на субстратах (мінеральна вата, цеоліт) з використанням системи краплинного поливу та тонкошарова проточна культура.

Таким чином, розвиток гідропонних технологій йде шляхом зменшення об'єму використовуваного субстрату і створення системи з багаторазовим використанням розчину як для субстратної культури, так і безсубстратних технологій (водна культура, аеропоніка) [2, 3]. Це дає змогу скоротити витрати води порівняно із ґрунтовою технологією на 30%, мінеральних добрив – на 40%, теплової і електричної енергії – на 15...20%, затрати праці – на 149 тис. люд.год., підвищити урожайність овочевих культур на 25...30% [3].

**Мета статті.** У зв'язку із вище сказаним необхідно вирішити такі питання: встановлення механізму дії електромагнітного поля на воду і розчини мінеральних добрив та на процес мінерального живлення рослин; розробити системи поелементного контролю і регулювання складу розчину, що обумовлено малим об'ємом субстрату і розчину в системі, які припадають на одну рослину; вирішити питання знезаражування розчину і боротьби з кореневими хворобами; підвищити ефективність використання добрив і покращення режиму мінерального живлення за рахунок застосування електротехнологій.

**Основні матеріали досліджень.** У комплексі факторів енерго- та ресурсозбереження важливе місце належить технологіям вирощування овочів при використанні малооб'ємних субстратів, або на штучно створеному середовищі живлення без субстрату, а також застосування автоматичних систем забезпечення заданих режимів мікроклімату і мінерального живлення та електротехнологій [2].

Широке впровадження гідропонних технологій потребує розв'язання питань мінерального живлення рослин та багаторазового використання живильного розчину. Їх вирішення пов'язане із розробкою і впровадженням електротехнологій, які дозволяють інтенсифікувати процес мінерального живлення рослин та покращити використання води, енергії, мінеральних добрив. Внаслідок цього підвищується урожайність овочевих культур та якість продукції. До таких

технологій належить активація поливної води та електротехнологічний контроль іонного обміну рослин.

Ведучи мову про воду з домішками, слід відмітити, що в літературі є велика кількість вказівок на те, що дія магнітних полів змінює її фізичні властивості – діелектричні, в'язкість, поверхневий натяг та ін. [4]. Такі відомості є в літературі про зміну електропровідності води, її діелектричної проникливості, поверхневого натягу та  $pH$  (концентрація іонів водню).

Значні зміни деяких з цих показників виявили Джоші та Камат при обробці тридистилату (табл. 1), чистота якого характеризується питомою електропровідністю  $0,05 \cdot 10^{-8}$  См м (чиста вода).

Таблиця 1 – Зміна властивостей тридистилату після обробки в магнітному полі

Магнітна індукція, Тл	$pH$		Поверхневий натяг	
	в.о.	%	в.о.	%
0,19	0,35	5,1	1,6	2,2
0,35	0,44	6,4	3,7	5,1
0,48	0,62	9,1	4,7	6,4
0,57	0,62	9,1	5,3	7,3

Дослідженнями встановлено, що поливання рослин водою, обробленою в магнітному або електричному полі дає певний ефект, пов'язаний із збільшенням урожайності [2]. При цьому покращуються використання мінеральних добрив. Урожайність культур підвищується на 10...15%, покращується склад овочів, знижуються витрати енергії на досвічування розсади на 4...5 кВт·год на одну рослину [3].

Експериментально встановлено, що магнітна обробка води змінює її фізико-хімічні властивості: прискорюються коагуляція і абсорбція, змінюються розчинність солей і концентрація газів, кристалізація і змочування, магнітна сприйнятливність, в'язкість, гідратація іонів [4].

Магнітна обробка розчинів також впливає на біологічні системи:

- на біологічні утворення, які знаходяться в розчині;
- на проникливість мембрани, яка є основою обміну речовин;
- змінюється композиція іонних систем, а також гідратація іонів;
- змінюються умови транспорту кисню до тканин організму.

Теорія електромагнітної обробки водних систем знаходиться на стадії висунення і обґрунтування гіпотез, які можна розділити на три групи: "колоїдні" – пов'язують ефект магнітної обробки з дією на колоїдні частки з великою магнітною сприйнятливністю; "іонні" – пов'язують дію магнітного поля на іони, які знаходяться в воді; "водяні" – дія магнітного поля на структуру води [4].

Ефекти магнітної обробки пов'язані із дією сили Гуї або Лоренца. Сила Гуї діє на феромагнітні частки і приводить в рух як самі частки, так і оточуючі шари рідини, створюючи інтенсивне перемішування (мікротурбулентність) всередині системи. Сила

Лоренца діє на заряджені частки. В гетерогенній системі вона створює мікротурбулентність, приводить в рух частки суспензії чи газові бульбашки, а в гомогенних водних розчинах – змінює напрям руху іонів, викликаючи їх круговий рух. При цьому підвищується вірогідність взаємодії катіонів і аніонів внаслідок зменшення відстані між ними [4].

Магнітне поле неоднорідне, його оцінка за величиною максимальної напруженості явно недостатня [4]. На перший план виступає така характеристика магнітного поля, як градієнт його напруженості – наростання або зниження напруженості магнітного поля на одиницю відстані. Речовина, яка попадає в неоднорідне магнітне поле піддається впливу сили:

$$F = \chi \cdot H \frac{dH}{dx}, \quad (1)$$

де  $\chi$  – магнітна сприйнятливність одиниці об'єму речовини;

$H$  – напруженість магнітного поля;

$\frac{dH}{dx}$  – градієнт напруженості.

Градієнт напруженості може бути часовий і просторовий. Легше всього визначити просторовий (виміряти напруженість в окремих точках міжполюсного простору). Часовий (живлення змінним струмом електромагнітів) виміряти складніше. Ще складніше виміряти величину градієнта, якщо рідина пересікає поле із різною швидкістю (якраз цей випадок характерний для магнітної обробки води). Градієнт можна регулювати зміною напруженості поля, формою полюсних наконечників, відстанню між ними.

Дослід показав, що після магнітної обробки зменшується гідратація діамагнітних іонів і дещо зростає гідратація парамагнітних. Зміни найбільш помітні в розведених розчинах і в іонів, які стабілізують структуру води ( $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Li^+$ ), або які утворюють з нею комплекси ( $Fe^{3+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ). В результаті робимо висновок, що інформацію наслідків впливу магнітного поля несе сама вода, а іони, що знаходяться в ній, підсилюють або послаблюють отриманий ефект.

Сили Лоренца, які виникають при цьому, визначають рівнянням:

$$F_i = KqVH \sin \alpha \quad (2)$$

де  $q$  – заряд іона;

$H$  – напруженість магнітного поля;

$V$  – швидкість руху іона;

$\alpha$  – кут між напрямом поля і рухом іона;

$K$  – коефіцієнт пропорційності.

Гідратація іонів впливає на їх поведінку в розчині – на швидкість руху, на умови їх зближення й адсорбції на границях розділу фаз.

При перетинанні іонами магнітного поля їх гідратна оболонка деформується, що полегшує взаємозчеплення іонів. Концентрація іонів в окремих

мікроділянках об'єму води пов'язана зі збідненням іонами інших її об'ємів, які отримують при цьому підвищену розчинюючу здатність.

Сила Лоренца змінює лише напрямок руху частинки, представляє відцентрову силу і не змінює кінематичну енергію частинки й швидкість за модулем.

При магнітній обробці водних систем встановлено, що:

- ефект обробки після короткочасного зростання поступово зникає;

- в багатьох випадках спостерігається складна поліекстремальна залежність ефектів від характеристик магнітного поля (напруженості, градієнта поля, частоти) [4];

- роль реверсу зводиться до того, що іони, які при електромагнітодинамічному русі накопичуються біля стінок трубопроводу, починають рухатися до протилежної стінки, що викликає додаткову взаємодію їх між собою і посилює ефект обробки;

- визначається наявність оптимальної швидкості потоку;

- ефект обробки залежить від складу водної системи.

Апарати для магнітної обробки водних систем бувають з постійними магнітами та електромагнітними. Перевагою апаратів з постійними магнітами є простота конструкції, відсутність необхідності в електропроводці, із електромагнітами – можливість отримувати і регулювати більші магнітні індукції. Оптимальне значення магнітної індукції для більшості апаратів лежить в межах 0,04...0,2 Тл при швидкості потоку 0,5...2,5 м/с і числі перемагнічувань від 3 до 8.

Відомі приклади успішного застосування магнітної обробки води для замочування насіння та розсолення ґрунтів. При поливанні культур магнітоактивованою водою знижується лужність ґрунту, що сприяє перетворенню азоту, фосфору, калію в споживану рослинами форму. Вміст цих речовин в рослинах підвищується на 10...15%, а урожайність – на 15...20%.

Таким чином поливання магнітоактивованою водою впливає на засвоєння рослинами поживних речовин і прискорює їх ріст, підвищує врожайність, збільшує вміст мінеральних солей, цукру і сухої речовини. Така вода має фунгіцидні властивості, придушуючи процес спорування фітопатогенних грибків.

Підвищення урожайності при магнітній обробці води пов'язують із такими факторами: підвищенням розчинності і використання рослинами мінеральних добрив; дегазацією поливної води і насиченням її киснем; підвищенням проникливості біологічних мембран.

Важливим питанням при вивченні магнітної обробки води є індикація її ефекту. Завданням в даній області є пошук безперервно діючого датчика, який дозволив би створити систему автоматичного керування, що забезпечить роботу апаратів в оптимальних режимах для різних типів розчинів. Перспективними є методи індикації магнітної обробки за швидкістю зміни  $pH$  та електропровідності розчину.

**Висновки.** Інтенсифікація овочівництва закритого ґрунту пов'язана з переходом до енергозберігаючих технологій вирощування рослин, в тому числі широкому застосуванні електротехнологій.

Проведений літературний огляд технологій вирощування рослин в спорудах захищеного ґрунту показав, що застосування електротехнологій, пов'язаних із магнітною активацією поливної води, сприяє збільшенню урожайності, покращенню якості овочів, зменшенню витрат мінеральних добрив та енергії.

#### Список використаних джерел

1. Шульгіна Л. М. Довідник по овочівництву закритого ґрунту / Л. М. Шульгіна, Г. Л. Бондаренко, М. О. Склярєвський та ін. За ред. Л. М. Шульгіної. – К.: Урожай, 1989. – 246 с.
2. Гриценкова З. І. Аналіз і перспективи розвитку овочівництва закритого ґрунту і насінництва овочевих культур / З. І. Гриценкова, Є. П. Білоконь, О. М. Ломоносов та ін. // Овочівництво і баштанництво. – К.: Урожай, 1992. – Вип. 37 – С. 15 – 19.
3. Пилогіна В. В. Электротехнологические методы выращивания томатов на малообъемной гидропонике / В. В. Пилогіна, Н. Т. Коновалов // Электротехнологии в сельскохозяйственном производстве. – М.: ВИЭСХ, 1989. – С. 51 – 58.
4. Классен В. И. Омагничивание водных систем. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1982. – 296 с. Кульский Л. А. Магнитное поле и процессы водообработки / Л. А. Кульский, С. С. Душкин. – К.: Наукова думка, 1988. – 112 с.

#### Анотація

#### **ЕЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ АКТИВАЦИИ ПОЛИВНОЙ ВОДЫ И ПИТАТЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ В ТЕПЛИЦАХ**

Коваленко Л. Р., Коваленко А. И., Федюшко Ю. М.

*Работа посвящена проблеме использования новых электротехнологий для активации поливной воды и растворов минеральных удобрений в теплицах защищенного грунта. Проведен литературный обзор по вопросу влияния магнитной обработки воды и растворов на их физико-химические свойства.*

#### Abstract

#### **ELECTROMAGNETIC TECHNOLOGIES FOR ACTIVATION OF IRRIGATION WATER AND NOURISHING SOLUTION IN GREENHOUSES**

A. Kovalenko, L. Kovalenko, J. Fedushko

*The work is dedicated to the problem of using in the vegetable growing of closed soil power saving electric technologies of mashing for irrigation water and nourishing solution in greenhouses. The literary review of influence of magnetic mashing of water on its physical and chemical peculiarities.*