

УДК 631.371:621.31

## ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВПЛИВУ ПОЛЯ КОРОННОГО РОЗРЯДА НА ПОЛИВНУ ВОДУ ТА РОЗЧИНИ

Коваленко Л.Р., к.т.н.,

Коваленко О.І., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619)42-11-74

**Анотація** - в роботі наведено теоретичні дослідження механізму дії коронного розряду на воду і розчини мінеральних добрив. Обґрунтовані теоретичні основи обробки поливної води та живильних розчинів полем коронного розряду.

**Ключові слова** - енергозберігаючі технології, живильний розчин, коронний розряд, коронуєчий електрод, окислювально-відновний потенціал, швидкість хімічної реакції.

*Постановка проблеми.* Задачею тепличного овочівництва є підвищення врожайності овочевих культур при одночасному зменшенні затрат енергії та витратних матеріалів на одиницю продукції.

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 [1].

При використанні вказаних технологій вирощування овочів вода та живильні розчини (розчин кальцієвої селітри  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , фосфорнокислого калію  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , сірчано-кислого калію  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , калійної селітри  $\text{KNO}_3$ , сірчано-кислого магнею  $\text{MgSO}_4$ ) використовуються в теплицях багаторазово, що вимагає контролю за складом розчину та його станом (кислотність, бактеріальна забрудненість, наявність включень).

*Аналіз останніх досліджень.* Проблему багаторазового використання живильних розчинів можливо вирішити шляхом використання магнітної обробки води та живильних розчинів для забезпечення достатньої розчинності добрив (підвищення  $pH$  розчину та окисно-відновного потенціалу (ОВП) [2]. На сьогодні відомі приклади застосування поливної води обробленої в магнітному полі (магнітоактивованої). При цьому відмічається позитивний вплив такої води на ріст та

розвиток рослин [3]. Зміна властивостей водних розчинів після магнітної обробки зростає зі збільшенням концентрації розчину [2].

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 сприйнятливість, в'язкість, гідратація іонів [3].

Але при цьому не вирішено питання усунення бактеріальної забрудненості розчинів, шкідливих відкладень на лотках та гравії.

*Формулювання мети статті.* Необхідно встановити механізм дії поля коронного розряду на воду і розчини мінеральних добрив та на процес мінерального живлення рослин. Обґрунтувати теоретичні основи обробки поливної води та живильних розчинів.

*Основна частина.* Головна ціль обробки поливної води та розчинів мінеральних добрив полем коронного розряду полягає у вирішенні питання знезаражування розчину та боротьби з кореневими хворобами [3], що є основним недоліком гідропонної технології вирощування, де живильний розчин використовується декілька місяців і потребує постійного контролю за складом розчину.

За розміром бактерії відносяться до колоїдних частинок. Ці частинки можуть бути мулом, планктоном, в них можлива присутність хвороботворних бактерій, вірусів, патогенних мікроорганізмів [4].

При коронному розряді утворюються негативно заряджені іони, які рухаючись за силовими лініями електричного поля, досягають поверхні водного розчину і проникають в нього.

В основі процесу обробки полем коронного розряду можна виділити три стадії: зарядження частинок, організацію впорядкованого руху та формування кінцевого продукту, яке частіше всього зводиться до осадження частинок на електроді. Зарядження в полі коронного розряду є одним з ефективних способів надання діелектричним частинкам надлишкового заряду [5,6].

Розподіл поля при коронному розряді такий, що напруженість поля зростає від центру проміжку до некоронуючого електрода.

Основним параметром коронного розряду є напруженість поля та щільність об'ємного заряду. Напруженість поля визначає заряд, який отримують частинки, і електричні сили, що діють на заряджені частинки. Густина об'ємного заряду впливає на швидкість зарядження частинок.

Сильні електричні поля в електротехнології використовуються для організації впорядкованого руху дрібноподрібнених частинок матеріалів з метою формування плавного кінцевого продукту або виконання певної операції.

Для інтенсифікації процесу управління рухом частинок матеріалу їм повинен бути наданий заряд. Електронно-іонна технологія має ряд переваг, які полягають в безпосередній дії електричної енергії на частинки без проміжної трансформації в інші види енергії, в принциповій можливості обробки будь-яких матеріалів, здатності до регулювання та автоматизації процесу [5].

При коронному розряді утворюються негативно заряджені іони, які рухаючись за силовими лініями електричного поля, досягають поверхні водного розчину і проникають в нього.

Дифузія аероіонів в поверхневому шарі описується диференціальним рівнянням [6]

$$\frac{dn}{dt} = S \cdot D \cdot \frac{dC}{dx}, \quad (1)$$

де  $dn/dt$  – кількість речовини, що дифундує через поверхню  $S$  в напрямку  $x$ ;

$D$  – коефіцієнт дифузії.

Гradient концентрації аероіонів в дифузійному шарі постійний, тому

$$\frac{dn}{dt} = \left( \frac{S \cdot D}{\delta} \right) \cdot (C_0 - C_n), \quad (2)$$

де  $\delta$  – товщина дифузійного шару Нернста [5, 6], яка залежить від властивостей розчинника і розчиненої речовини, швидкості змішування та ін.;

$C_0$  – концентрація речовини в об'ємі;

$C_n$  – концентрація речовини біля поверхні.

Так як

$$C_0 = \frac{n}{V}, \quad (3)$$

де  $V$  – об'єм розчину,

$n$  – кількість аероіонів.

$$\frac{D}{\delta} = \beta. \quad (4)$$

Звідки маємо наступний вираз

$$\frac{H}{\beta} \cdot \frac{dn}{dt} + n = V \cdot C_n, \quad (5)$$

де  $H$  – товщина шару розчину.

Розв'язавши дане диференціальне рівняння, отримаємо вираз:

$$n = V \cdot C_n \cdot \left(1 - e^{-\frac{\beta t}{H}}\right), \quad (6)$$

$$V \cdot C_n = A_2 \cdot n_0, \quad (7)$$

де  $n_0$  – кількість аероіонів, які утворилися на коронуючому електроді;

$A_2$  – коефіцієнт пропорційності.

Тоді

$$n = A_2 \cdot n_0 \cdot \left(1 - e^{-\frac{\beta t}{H}}\right). \quad (8)$$

Кількість аероіонів, отримана з коронуючого дротяного електрода

$$n_0 = \frac{\varepsilon_0 \cdot \pi^2 \cdot l \cdot \lambda \cdot U \cdot (U - U_0)}{h^2 \cdot \ln(2h/r_0) \cdot e}, \quad (9)$$

де  $\varepsilon_0$  – електрична стала;

$l$  – довжина електрода;

$\lambda$  – рухливість негативних іонів;

$U$  – напруга між електродами;

$U_0$  – початкова напруга коронного розряду;

$h$  – відстань від коронуючого електрода до площини;

$r_0$  – радіус коронуючого електрода;

$e$  – заряд аероіона.

Внаслідок поглинання розчином аероіонів змінюється енергія взаємодії

$$\Delta E = A_3 \cdot n, \quad (10)$$

де  $A_3$  – коефіцієнт, який залежить від хімічного складу розчину.

Тоді з урахуванням (8), (9) одержимо

$$\Delta E = A_2 \cdot A_3 \cdot \frac{\varepsilon_0 \cdot \pi^2 \cdot l \cdot \lambda \cdot U \cdot (U - U_0)}{h^2 \cdot \ln(2h/r_0) \cdot e} \cdot \left(1 - e^{-\frac{\beta t}{H}}\right), \quad (11)$$

або

$$\Delta pH = \frac{A \cdot l \cdot U \cdot (U - U_0)}{h^2 \cdot \ln(2h/r_0)} \cdot \left(1 - e^{-\frac{\beta t}{H}}\right). \quad (12)$$

Струм коронного розряду

$$I = \frac{\varepsilon_0 \cdot \pi^2 \cdot \lambda \cdot U \cdot (U - U_0)}{h^2 \cdot \ln(2h/r_0)}, \quad (13)$$

тому

$$\Delta pH = A' \cdot I \cdot \left(1 - e^{-\frac{\beta t}{H}}\right). \quad (14)$$

Аналізуючи отримані залежності (12, 14) можна зробити висновок, що зміни рН водних розчинів при їх обробці в полі коронного розряду визначаються напруженістю електричного поля, часом обробки та хімічним складом розчину (концентрацією і композицією окремих іонів). Вони прямо пропорційні квадрату прикладеної напруги і обернено пропорційні квадрату відстані від коронуючого електрода до площини та змінюються в часі за експоненціальним законом.

*Висновки.* Для розрахунку режимів обробки води полем коронного розряду та конструктивних параметрів установки одержані аналітичні залежності рН та ОВП води і водних розчинів від складу розчину та параметрів електричного поля. Встановлено, що зміна рН та ОВП прямо пропорційні квадрату прикладеної напруги і обернено пропорційні квадрату відстані між коронуючим електродом та площиною води, що обробляється і описуються в часі експоненціальною залежністю.

#### Література

1. 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.

2. Козлов Н.С. Электрофизические методы обработки воды / Н.С. Козлов, В.А. Старшов // Механиз. и электрификация соц. сел. х-ва. – 1978. – №7. – С. 41-42.

3. Синявський О.Ю. Дослідження процесу обробки поливної води та живильних розчинів в полі коронного розряду / О.Ю. Синявський, В.О. Мунтян, Л.Р.Коваленко // Праці Харківського державного технічного університету сільського господарства. – Харків : ХДТУСГ, 2006. – Вип. 37, т.2. – С. 308-312.

4. Соловов В.Е. Высоковольтный импульсный электрический разряд в жидкости и применение его в сельскохозяйственном производстве / В.Е. Соловов // Сб. науч. тр. ХИМЭСХ. – Харьков, 1972. – Вып. 21. – С. 69-80.

5. Мешков А.А. Анализ способа измерения полей коронного разряда зондом Сато / А.А. Мешков // Электротехнология в сел. х-ве. – Челябинск : ЧИМЭСХ, 1974. – Вып.75. – С.91-95.

6. Верещагин И.П. Коронный разряд в аппаратах электронной технологии / И.П. Верещагин. - М. : Энергоатомиздат, 1985. – 159 с.

## **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЛЯ КОРОННОГО РАЗРЯДА НА ПОЛИВНУЮ ВОДУ И РАСТВОРЫ**

Коваленко Л.Р., Коваленко А.И.

**Аннотация** – в работе представлены теоретические исследования механизма действия коронного разряда на воду и растворы минеральных удобрений. Обоснованы теоретические основы обработки поливной воды и питательных растворов полем коронного разряда.

## **THEORETICAL BASES THE MAGNETIC OF MASHING FOR IRRIGATION WATER AND NOURISHING SOLUTION IN GREENHOUSES**

L. Kovalenko, A. Kovalenko

### **Summary**

The results of theoretical investigations of changes in pH and oxidizing-reductions potentials for water and solutions of mineral fertilizers in the process of magnetic treatment are pr.