

УДК621.313.8:631.53.02

ВПЛИВ МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ЗМІНУ ОКИСЛЮВАЛЬНО-ВІДНОВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ

В.В. Савченко, О.Ю. Синявський, кандидати технічних наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України

І.П. Назаренко, доктор технічних наук

Таврійський державний агротехнологічний університет

e-mail: vit1986@ua.fm

Наведено результати досліджень зміни окислювально-відновного потенціалу (ОВП) водних розчинів під дією магнітного поля. Встановлено залежності зміни ОВП водних розчинів солей від режимних параметрів обробки в магнітному полі. Визначено оптимальні параметри обробки.

***Ключові слова:* магнітне поле, магнітна індукція, водні розчини, мінеральні солі, окислювально-відновний потенціал.**

Застосування електротехнологічних методів, зокрема магнітної обробки поливної води і розчинів мінеральних добрив, дає можливість збільшити урожайність сільськогосподарських культур та підвищить якість сільськогосподарської продукції.

Загальним недоліком відомих установок для магнітної обробки водних розчинів є те, що вони не забезпечують оптимальну дозу обробки. Для їх успішного впровадження необхідно встановити механізм дії магнітного поля на водні розчини та визначити оптимальні режими обробки.

Під дією магнітного поля змінюється швидкість хімічних реакцій і відбувається зміщення їх рівноваги. Це викликає зміну рН і окислювально-відновного потенціалу [3].

Мета досліджень – встановлення впливу магнітного поля на зміну окислювально-відновного потенціалу водних розчинів солей і обґрунтування оптимальних режимів їх обробки.

Матеріали та методика досліджень. Експериментальні дослідження зміни ОВП водних розчинів солей при їх обробці в магнітному полі проводилися на лабораторній установці [4]. Розчини пропускали через магнітне поле, яке створювалося постійними магнітами. Досліди проводили з розчинами, концентрація іонів в яких відповідала їх значенням у живильних розчинах та клітинах рослин.

ОВП розчину визначали до магнітної обробки розчину і після неї за допомогою іоніметра И-160М. За різницею вимірювань робили висновок про ефективність магнітної обробки [2].

Дослідження виконувалися із застосуванням методу планування експерименту [1]. Для цього використовувався ортогональний центральноконфігуральний план. За відгук приймали зміну ОВП розчину при магнітній обробці. За значення факторів приймали магнітну індукцію і швидкість руху розчину.

Межі зміни магнітної індукції визначали на основі проведених однофакторних експериментів. Значення верхнього, нижнього і основного рівнів становили для магнітної індукції відповідно 0, 0,065 і 0,13 Тл, для швидкості руху розчину – 0,4, 0,6 і 0,8 м/с.

Досліди виконували в рандомізованому порядку в трикратній повторності. У кожному рядку матриці планування визначали дисперсії, а їхню однорідність перевіряли за критерієм Кохрена.

Рівняння регресії знаходили у вигляді:

$$\Delta A\bar{I} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_{11} X_1^2 + b_{22} X_2^2 + b_{12} X_1 X_2. \quad (1)$$

Коефіцієнти в рівнянні регресії визначали за відомою методикою [1], а адекватність отриманого рівняння регресії оцінювалася за критерієм Фішера.

Результати досліджень. Зміна швидкості хімічних реакцій під дією магнітного поля визначається виразом [3]:

$$\omega_m = \omega \exp(\mu(K^2 B^2 + 2KBv_n)N_a / 2RT), \quad (2)$$

де ω – швидкість хімічної реакції без впливу магнітного поля, моль/л·с; μ – зведена маса іонів, кг; B – магнітна індукція, Тл; v – швидкість руху іонів, м/с;

K – коефіцієнт, який залежить від концентрації і виду іонів, а також кількості перемагнічувань, м/с·Тл; N_a – число Авогадро, молекул/моль; R – універсальна газова стала, Дж/моль·К; T – температура розчину, К.

Зміна окислювально-відновного потенціалу розчину визначається за рівнянням Нернста [5]:

$$\Delta\varphi = S_i(\lg fC_2 - \lg fC_1) = S_i(\lg \omega_2 - \lg \omega_1), \quad (3)$$

де S_i – крутість електродної характеристики електрода, В/од.рХ; f – коефіцієнт активності, C_1 – концентрація іонів до магнітної обробки, моль/л; C_2 – концентрація іонів після магнітної обробки, моль/л.

Крутість електродної характеристики визначається за формулою [5]:

$$S_i = 2,3 \frac{RT}{zF}, \quad (4)$$

де R – універсальна газова стала, Дж/моль·К; T – температура розчину, К; z – валентність іона; F – число Фарадея, Кл/моль.

Тоді з урахуванням (1) і (4) зміна ОВП становитиме:

$$\Delta OBP = -\frac{2,3^2 \mu N_a K}{zF} \left(\frac{KB^2}{2} + v_n B \right) \quad (5)$$

або

$$\Delta OBP = A_3 B^2 + A_4 Bv. \quad (6)$$

Коефіцієнти в рівнянні (6) аналітично визначити неможливо. Їх визначали експериментальним шляхом на основі багатofакторного експерименту.

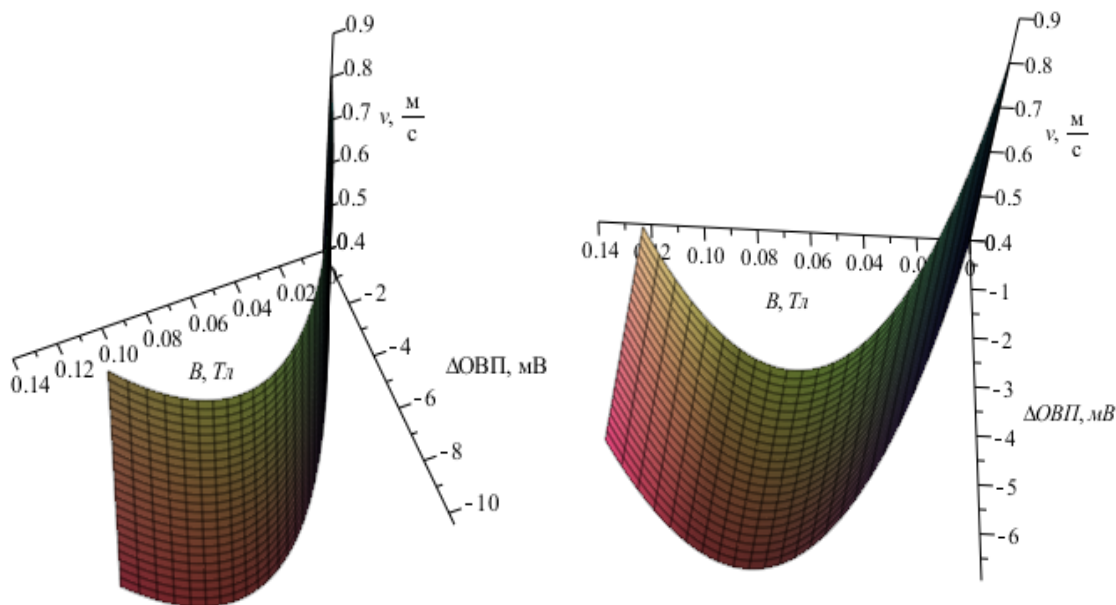
Були отримані рівняння регресії, які у фізичних величинах мають вигляд:
для нітрату калію

$$\Delta OBP = -222,2B + 28,2Bv + 1065B^2 \quad (7)$$

для магнію сірчаноокислого семиводного

$$\Delta OBP = -164,1B + 12,8Bv + 907,3B^2. \quad (8)$$

Залежність зміни ОВП розчину магнітної індукції і швидкості руху при магнітній обробці показана на рисунку.



Залежність зміни окислювально-відновного потенціалу водних розчинів солей від магнітної індукції і швидкості руху:

а – нітрату калію; б – магнію сірчаноокислого семиводного

При зміні магнітної індукції від 0 до 0,065 Тл ОВП розчину знижується, а при подальшому збільшенні магнітної індукції ОВП зростає. Збільшення швидкості руху розчинів знижує ефект магнітної обробки, хоча швидкість руху розчину є менш суттєвим фактором, ніж магнітна індукція. Як випливає із представленої залежності, оптимальне значення магнітної індукції при обробці водних розчинів становить 0,065 Тл.

Ефект магнітної обробки залежать від хімічного складу розчину, тобто концентрації і композиції іонів. У розчинах, які містять іони-стабілізатори структури води (Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-}), він більш суттєвий, ніж розчинах з іонами, які "розпушують" біля себе структуру води (K^+ , NO_3^-).

Висновки

Проведені дослідження показали, що обробку водних розчинів солей необхідно проводити в градієнтному періодичному магнітному полі при

магнітній індукції 0,065 Тл. Ефект магнітної обробки залежить від квадрата магнітної індукції та швидкості руху розчину.

Список літератури

1. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. – М.: Наука, 1976. – 278 с.

2. Классен В.И. Омагничивание водных систем. – М.: Химия, 1982. – 296 с.

3. Савченко В.В. Изменение биопотенциала и урожайности сельскохозяйственных культур при предпосевной обработке семян в магнитном поле / В.В. Савченко, А.Ю. Синявский. // Вестник ВИЭСХ. – 2013. – №2(11). – С. 33–37.

4. Савченко В.В. Установка для магнитной обработки семян сельскохозяйственных культур / В.В. Савченко, А.Ю. Синявский. // Вестник ВИЭСХ. – 2013. – №4(13). – С. 12–14.

5. Физическая химия. Теоретическое и практическое руководство / [Б.П. Никольский, Н.А. Смирнова, М.Ю. Панов и др.]; под ред. акад. Б.П.Никольского – Л.: Химия, 1987. - 880 с.

**ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ
ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА
ВОДНЫХ РАСТВОРОВ**

В.В. Савченко, А.Ю. Синявский, И.П. Назаренко

Приведены результаты исследований изменения окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) водных растворов под действием магнитного поля. Установлены зависимости изменения ОВП водных растворов солей от режимных параметров обработки в магнитном поле. Определены оптимальные параметры обработки.

Ключевые слова: магнитное поле, магнитная индукция, водные растворы, минеральные соли, окислительно-восстановительный потенциал.

**MAGNETIC FIELD EFFECT ON THE CHANGE IN REDOX
POTENTIAL OF AQUEOUS SOLUTIONS**

V. Savchenko, A. Sinyavsky, I. Nazarenko

The results of studies of changes in redox potential of aqueous solutions under the influence of a magnetic field are shown. The dependence of redox potential of aqueous solutions of salts from the regime of processing parameters in a magnetic field are established. The optimal processing parameters are defined.

Keywords: magnetic field, magnetic induction, aqueous solutions, mineral salts, redox potential.