УДК 621.313.8 : 631.53.027

ВПЛИВ МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА БІОПОТЕНЦІАЛ НАСІННЯ ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР

В. В. Савченко, кандидат технічних наук, доцент

О. Ю. Синявський, кандидат технічних наук, доцент

І. М. Гарас, студент магістратури

Національний університет біоресурсів і природокористування України

e-mail: vit1986@ua.fm

Анотація. *Метою дослідження було встановлення впливу магнітного поля на зміну біопотенціалу насіння зернобобових культур.*

Під дією магнітного поля зростає швидкість хімічних та біохімічних реакцій в рослинній клітині, що обумовлює зміну біопотенціалу. Встановлено, що основними діючими факторами при магнітній обробці насіння є магнітна індукція та швидкість його руху в магнітному полі.

Зміна біопотенціалу насіння зернобобових культур при передпосівній обробці в магнітному полі залежить від квадрата магнітної індукції і швидкості руху насіння. Найбільше біопотенціал насіння зернобобових культур змінюється при магнітній індукції 0,065 Тл, чотирикратному перемагнічуванні і швидкості руху насіння 0,4 м/с.

Обгрунтований спосіб визначення ефективності передпосівної обробки насіння за зміною біопотенціалу.

Ключові слова:*магнітне поле, горох, квасоля, біопотенціал, передпосівна обробка насіння, магнітна індукція, швидкість руху насіння*

Актуальність. Нині актуальним завданням є підвищення урожайності сільськогосподарських культур без застосування хімічних засобів. Застосування електротехнологій, до яких належить передпосівна обробка насіння в магнітному полі, дає можливість вирішити це завдання.

Передпосівна обробка насіння в магнітному полі має переваги порівняно з іншими електротехнологічними методами. Установки, які використовуються при магнітній обробці насіння, характеризуються високою продуктивністю, є безпечними для обслуговуючого персоналу та навколишнього середовища.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Багатьма дослідниками встановлений позитивний вплив магнітного поля на насіння сільськогосподарських

культур який проявляється в покращенні посівних якостей насіння [1], біометричних показників рослин та врожайності [2], зберігання сільськогосподарських культур [3] та зменшенні захворюваності рослин [4].

Однак відсутність пояснення дії магнітного поля на процеси, які відбуваються в насінні, не дозволяє встановити всі діючі фактори при магнітній обробці насіння і визначити їх оптимальні значення.

Нині загальним недоліком існуючих методів електромагнітної стимуляції є відсутність інструментального визначення дози обробки. Її оптимальне значення визначають за урожайністю, яка в значній мірі залежить від агрокліматичних факторів, родючості грунтів, застосовуваної технології вирощування тощо. Тому для визначення найбільш ефективних режимів магнітної обробки насіння необхідно розробити спосіб індикація її ефекту [5].

Мета дослідження – встановлення впливу магнітного поля на зміну біопотенціалу насіння зернобобових культур.

Матеріали та методи дослідження. У насінні рослин протікають різноманітні хімічні та біохімічні реакції, які є переважно окислювально-відновними. Стимуляція насіння пов'язана із зростанням їхньої швидкості [6]:

$$\omega_м = \omega(\exp\ m(K^2B^2 + 2KBv_n)N_a / 2RT), \tag{1}$$

де ω – швидкість хімічної реакції за відсутності дії магнітного поля, моль/л·с; m – зведена маса часток, кг; B – магнітна індукція, Тл; v – швидкість руху частки, м/с; K – коефіцієнт, який залежить від концентрації та 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 (ОВП) насіння при магнітній обробці визначається за рівнянням Нернста [7]:

$$\Delta ОВП = 2{,}3\frac{RT}{zF}\left(\lg fC_2 - \lg fC_1\right) = 2{,}3\frac{RT}{zF}\left(\lg C_2 - \lg C_1\right), \tag{2}$$

де z – валентність іона; F – число Фарадея, Кл/моль; f – коефіцієнт активності, C_1 – концентрація іонів до магнітної обробки, моль/л; C_2 – концентрація іонів після магнітної обробки, моль/л,

Оскільки зміна концентрації речовини за певний проміжок часу прямо пропорційна швидкості хімічної реакції, то

$$\Delta ОВП = 2{,}3\frac{RT}{zF}\left(\lg\omega_2 - \lg\omega_1\right). \tag{3}$$

Тоді зміна ОВП становитиме:

$$\Delta ОВП = \frac{mN_a K}{zF}\left(\frac{KB^2}{2} + v_n B\right). \tag{5}$$

Біопотенціал пов'язаний з ОВП співвідношенням:

$$БП = 820 - ОВП, \tag{6}$$

де 820 мВ – енергетичний потенціал води.

Звідси зміна біопотенціалу

$$\Delta БП = -\frac{mN_a K}{zF}\left(\frac{KB^2}{2} + v_n B\right),. \tag{7}$$

або

$$\Delta БП = A_1 B^2 + A_2 Bv, \tag{8}$$

де A_1 і A_2 – коефіцієнти.

Коефіцієнти, які входять у рівняння (8), аналітично визначити неможливо. Їх визначали на основі експериментальних даних.

Експериментальні дослідження впливу магнітного поля на біопотенціал насіння проводили з насінням гороху сорту «Адагумський» та квасолі сорту «Грибовський».

Насіння переміщували на транспортері через магнітне поле, що створювалося чотирма парами постійних магнітів із інтерметалічного композиту NdFeB, встановлених паралельно над і під стрічкою транспортера зі змінною полярністю.

Магнітну індукцію регулювали зміною відстані між магнітами і вимірювавали тесламетром 43205/1. Швидкість руху насіння через магнітне поле регулювали зміною швидкості руху транспортерної стрічки зміною швидкості обертання приводного асинхронного електродвигуна за допомогою перетворювача частоти.

Оброблене у магнітному полі насіння пророщували і вимірювали значення ОВП паростків.

Для вимірювання ОВП був розроблений вимірювальний електрод у вигляді платинової пластини із загостреним кінцем. Платиновий електрод вводився в паросток пророслого насіння. Як допоміжний електрод використовувався стандартний хлорсрібний електрод. За допомогою іономіра И-160М визначали ОВП паростків необробленого та обробленого в магнітному полі насіння.

Дослідження виконувалися із застосуванням метода планування експерименту. Для цього використовувався ортогональний центрально-композиційний план [8]. За значення верхнього, нижнього і основного рівнів приймали для магнітної індукції відповідно 0, 0,065 і 0,13 Тл, для швидкості руху насіння – 0,4, 0,6 і 0,8 м/с,за відгук – біопотенціал гороху та квасолі.

Результати досліджень та їх обговорення. Залежність зміни біопотенціалу паростків гороху від магнітної індукції та швидкості руху при передпосівній обробці насіння в магнітному полі наведена на рис. 1. Призміні магнітної індукції від 0 до 0,065 Тл біопотенціал зростає, а при її подальшому зростанні починає зменшуватися. При магнітній індукції, яка перевищувала 0,13 Тл, біопотенціал гороху практично не змінювався, але перевищував його значення для насіння, необробленого в магнітному полі.

Рівняння регресії, яке пов'язує біопотенціал паростків гороху з режимними параметрами обробки, в фізичних величинах має вигляд:

$$\Delta БП = 0.472 + 906.941\text{B} - 0.417\text{v} - 121.795\text{Bv} - 5404B^2. \quad (9)$$

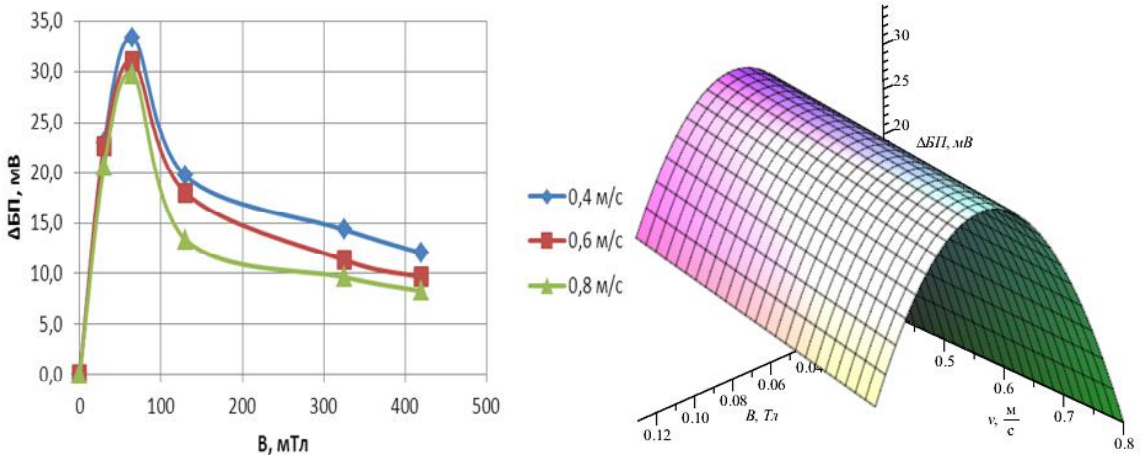

Рис. 1. Залежність зміни біопотенціалу паростків гороху від магнітної індукції та швидкості руху насіння в магнітному полі

Залежність зміни біопотенціалу паростків квасолі від магнітної індукції та швидкості руху при передпосадковій обробці насіння в магнітному полі показана на рис. 2. Найбільше біопотенціал огірків змінювався при магнітній індукції 0,065 Тл. При магнітній індукції, більшій за 0,13 Тл, біопотенціал квасолі практично не змінюється.

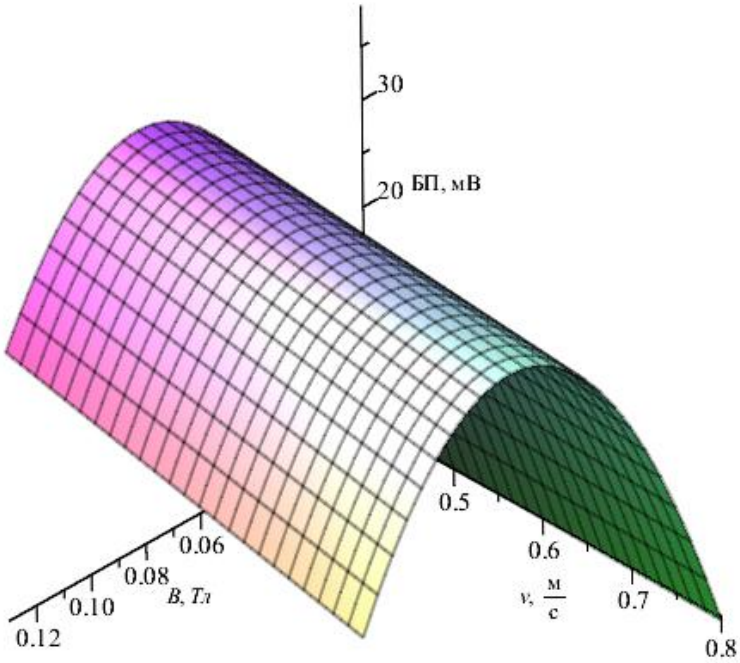

Рис.2. Залежність зміни біопотенціалу паростків квасолі від магнітної індукції та швидкості руху насіння в магнітному полі

За результатами проведеного багатофакторного експерименту було отримане рівняння регресії, яке у фізичних величинах для насіння має вигляд:

$$\Delta БП = 34{,}825 + 1124B - 33{,}426v - 18.519Bv - 8532B^2. \qquad (10)$$

На біопотенціал насіння при передпосадковій обробці в магнітному полі також впливає швидкість його руху, але в діапазоні швидкостей 0,4–0,8 м/с вона є менш істотним фактором, ніж магнітна індукція. Найбільші значення біопотенціалу насіння зернобобових культур отримані при швидкості 0,4 м/с.

Проведені дослідження зміни енергії проростання та схожості насіння гороху та квасолі при передпосівній обробці у магнітному полі показали, що найбільші значення ці показники мали при магнітній індукції 0,065 Тл та швидкості руху

насіння 0,4 м/с [9]. Тому за зміною біопотенціалу насіння можна визначити ефективність передпосівної обробки в магнітному поді.

Висновки і перспективи. Зміна біопотенціалу насіння при передпосівній обробці в магнітному полі залежить від квадрата магнітної індукції і швидкості руху насіння в магнітному полі. Найбільше біопотенціал насіння зернобобових культур змінюється при магнітній індукції 0,065 Тл, чотирикратному перемагнічуванні і швидкості руху насіння 0,4 м/с.

Список літератури

1. Effects of magnetic field irradiation on broccoli seed with accelerated aging / F. R. Martínez, A. D. Pacheco, C. H. Aguilar, G. P. Pardo, E. M. Ortiz // Acta Agrophysica. – 2014. – Vol. 21(1). – P. 63-73
2. Electromagnetic field in corn grain production and health / R. Zepeda-Bautista, C. Hernández-Aguilar, F. Suazo-López, A. F. Domínguez-Pacheco, J. Virgen-Vargas, C. Pérez-Reyes, I. Peón-Escalante // Academic Journals. – 2014. – Vol. 13(1). – P. 76-83
3. Лысаков А. А. Влияние магнитного поля на сохранность картофеля / А. А. Лысаков, Р. В. Иванов // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 8. – С. 103-106.
4. Меньшова Е. А. Влияние предпосевной обработки семян ячменя на его устойчивость к болезням и урожайность / Е. А. Меньшова, Т. С. Нижарадзе / Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14, № 5 . – С. 241-244.
5. Классен В. И. Омагничивание водных систем / В. И. Классен. – М.: Химия, 1982. – 296 с.
6. Kozyrskyi V. Presowing Processing of Seeds in Magnetic Field / V. Kozyrskyi, V. Savchenko, O. Sinyavsky // Handbook of Research on Renewable Energy and Electric Resources for Sustainable Rural Development. – IGI Global, 2018. – P. 576 –620.
7. 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.
8. Адлер Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. – М.: Наука, 1976. – 278 с.
9. Савченко В. В. Вплив передпосівної обробки насіння горохув магнітному полі на посівні якості/ В. В. Савченко, О. Ю. Синявський, В. Я. Бунько // Енергетика і автоматика. – 2018. – №.1 (35). – С. 47 – 55.

References

1. Martínez, F. R., Pacheco, A. D., Aguilar, C. H., Pardo, G. P., Ortiz, E. M. (2014). Effects of magnetic field irradiation on broccoli seed with accelerated aging. Acta Agrophysica, 21(1), 63-73.

2. Zepeda-Bautista, R., Hernández-Aguilar, C., Suazo-López, F., Domínguez-Pacheco, A. F., Virgen-Vargas, J., Pérez-Reyes, C., Peón-Escalante, I. (2014). Electromagnetic field in corn grain production and health. Academic Journals, 13(1), 76-83.

3. Lysakov, A. A., Ivanov, R. V. (2014). Vliyaniye magnitnogo polya na sokhrannost' kartofelya [Influence of the magnetic field on the preservation of potatoes]. Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya, 8, 103-106.

4. Men'shova, E. A., Nizharadze, T. S. (2012). Vliyaniye predposevnoy obrabotki semyan yachmenya na ego ustoychivost' k boleznyam i urozhaynost' [Influence of pre-sowing processing of barley seeds on its resistance to diseases and yields]. Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk, 14 (5), 241-244.

5. Klassen, V. I. (1982). Omagnichivaniye vodnykh sistem [Magnetization of water systems]. Moscow: Khimiya, 296.

6. Kozyrskyi, V., Savchenko, V., Sinyavsky, O. (2018). Presowing Processing of Seeds in Magnetic Field. Handbook of Research on Renewable Energy and Electric Resources for Sustainable Rural Development. IGI Global,. 576 –620.

7. Savchenko, V. V., Sinyavsky, O. Yu. (2013). Izmeneniye biopotentsiala i urozhaynosti sel'skokhozyaystvennykh kul'tur pri predposevnoy obrabotke semyan v magnitnom pole [Changes in biopotential and crop yields when presowing seed treatment in a magnetic field]. Vestnik VIESKH, 2(11),. 33–37.

8. Adler, Yu. P., Markova, E. V, Granovskiy, Yu. V. (1976). Planirovaniye eksperimenta pri poiske optimal'nykh usloviy [Planning an experiment in the search for optimal conditions]. Moscow: Nauka, 278.

9. Savchenko, V. V., Sinyavsky, O. Yu., Bunko, V. Ya. (2018). Vplyv peredposivnoi obrobky nasinnia horokhu v mahnitnomu poli na posivni yakosti [Influence of pre-seed treatment of pea seeds in a magnetic field on seed quality]. Enerhetyka I avtomatyka, 1 (35), 47 – 55.

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА БИОПОТЕНЦИАЛ СЕМЯН ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР

В. В. Савченко, А. Ю. Синявский, И. М. Гарас

Аннотация. *Целью исследования было установление влияния магнитного поля на изменение биопотенциалов семян зернобобовых культур.*

Под действием магнитного поля возрастает скорость химических и биохимических реакций в растительной клетке, ято обусловливает изменение биопотенциалов. Установлено, что основными действующими факторами при магнитной обработке семян является магнитная индукция и скорость их движения в магнитном поле.

Изменение биопотенциалов семян зернобобовых культур при предпосевной обработке в магнитном поле зависит от квадрата магнитной индукции и скорости движения. В наибольшей степени биопотенциал семян зернобобовых культур изменяется при магнитной индукции 0,065 Тл, четырехкратном перемагничивании и скорости движения семян 0,4 м/с.

Обоснован способ определения эффективности предпосевной обработки семян с изменением биопотенциалов.

Ключевые слова: ***магнитное поле, горох, фасоль, биопотенциал, предпосевная обработка семян, магнитная индукция, скорость движения семян***

INFLUENCE OF MAGNETIC FIELD ON BIOPOTHANE OF LEGUMINOUS SEEDS

V. Savchenko, O. Sinyavsky, I. Garas

Abstract. *The purpose of the study was to determine the effect of a magnetic field on the change in the biopotential of leguminous seeds.*

Under the influence of the magnetic field, the rate of chemical and biochemical reactions in the plant cell increases, which causes the change of biopotential. It was established that the main active factors in the magnetic treatment of seeds are the magnetic induction and the velocity of its movement in a magnetic field.

The change in the biopotential of leguminous seeds during pre-sowing treatment in a magnetic field depends on the square of the magnetic induction and the velocity of the seed movement in the magnetic field. The largest biopotential of leguminous seeds changes with a magnetic induction of 0.065 T, a four reversal magnetization and a seed velocity of 0.4 m/s.

A reasonable way of determining the effectiveness of pre-sowing seed treatment by changing the biopotential.

Keywords: ***magnetic field, peas, beans, biopotential, pre-sowing treatment of seeds, magnetic induction, seed velocity***