

## **ВПЛИВ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ДОЗИ ОБРОБКИ В МАГНІТНОМУ ПОЛІ НА БІОПОТЕНЦІАЛ НАСІННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР**

**В. В. Савченко, О. Ю. Синявський,  
кандидати технічних наук  
e-mail: vit1986@ua.fm**

**Анотація.** *Наведено результати досліджень впливу енергетичної дози обробки в магнітному полі на біопотенціал насіння зернових та овочевих культур. Встановлено залежності біопотенціалу пророслого насіння від енергетичної дози обробки. Визначено оптимальний режим обробки.*

**Ключові слова:** *магнітна індукція, швидкість, біопотенціал, доза обробки, ячмінь, огірок*

Передпосівна обробка насіння в магнітному полі – перспективна енерго- й ресурсозберігаюча технологія, яка дає змогу підвищити врожайність сільськогосподарських культур, зменшити захворюваність рослин та поліпшити якість товарної продукції [1].

Загальним недоліком існуючих методів електромагнітної стимуляції є відсутність інструментального визначення енергетичної дози обробки. Її оптимальне значення визначають за врожайністю сільськогосподарських культур, яка значною мірою залежить від агрокліматичних факторів, родючості ґрунтів, застосовуваної технології вирощування тощо [2].

Тому при визначенні оптимальних режимів магнітної обробки важливим питанням є індикація її ефекту, яке потребує наукового обґрунтування й вирішення [3]. Для цього найдоцільніше використовувати потенціометричний метод вимірювання біопотенціалу рослин.

**Мета досліджень** – встановлення впливу енергетичної дози обробки насіння в магнітному полі на зміну його біопотенціалу.

**Матеріали та методика досліджень.** Експериментальні дослідження проводилися з ячменем сорту «Солнцедар» та огірком сорту «Сквирський» на розробленій установці для передпосівної обробки насіння в магнітному полі.

Насіння переміщували на транспортері через магнітне поле, створюване чотирма парами постійних магнітів із інтерметалічного композиту NdFeB, встановленими паралельно над і під стрічкою транспортера зі змінною полярністю. Магнітну індукцію регулювали зміною відстані між магнітами в межах 0–0,5 Тл і вимірювали тесламетром 43205/1. Швидкість руху насіння через магнітне поле змінювали в межах 0,4–0,8 м/с за допомогою перетворювача частоти Delta VFD004EL43A.

Оброблене в магнітному полі насіння пророщували за ГОСТом 10968-88 і ГОСТом 12038-84 [4, 5].

Біопотенціал паростків огірка та ячменю вимірювали іономіром И-160М в комплекті з вимірювальним електродом, виконаним з платинової пластини із загостреним кінцем, і допоміжним хлорсрібним електродом.

За результатами експерименту розраховували енергетичну дозу обробки насіння при відповідному значенні магнітної індукції та швидкості руху стрічки транспортера.

**Результати досліджень.** При обробці насіння в магнітному полі під дією сили Лоренца змінюється кінетична енергія відносного руху іонів уздовж лінії центрів:

$$E_{nm} = \frac{\mu(v_n + KB)^2}{2} - \frac{\mu v_n^2}{2} = \frac{\mu(K^2 B^2 + 2KBv_n)}{2}, \quad (1)$$

де  $\mu$  – зведена маса іонів, кг;

$v_n$  – нормальна складова швидкості руху іона, м/с;

$K$  – коефіцієнт, який залежить від концентрації та виду іонів, а також кількості перемагнічувань, м/(с·Тл);

$B$  – магнітна індукція, Тл.

Тому в хімічну реакцію вступатимуть іони зі швидкістю, меншою за критичне значення, що викликає зростання швидкості хімічної реакції  $\omega_m$  [6]:

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

де  $\omega$  – швидкість хімічної реакції без впливу магнітного поля, моль/л·с;

$v$  – швидкість руху іонів, м/с;

$N_a$  – число Авогадро, молекул/моль;

$R$  – універсальна газова стала, Дж/моль·К;

$T$  – температура, К.

Зростання швидкості хімічних реакцій та розчинності солей і кислот, що знаходяться в рослинній клітині, при обробці насіння в магнітному полі призводить до зміни його окислювально-відновного потенціалу (ОВП), який визначається за рівнянням Нернста [7]:

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

де  $S_t$  – 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 [7]:

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

де  $z$  – валентність іона;

$F$  – число Фарадея, Кл/моль.

Тоді зміна ОВП з урахуванням (2) становитиме:

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

Біопотенціал визначають за формулою:

$$БП = 820 - ОВП. \quad (6)$$

Тоді зміна біопотенціалу становитиме:

$$\Delta БП = - \frac{2,3^2 \mu N_a K}{zF} \left( \frac{KB^2}{2} + v_n B \right) \quad (7)$$

Проведені експериментальні дослідження дали змогу встановити вплив енергетичної дози обробки на зміну біопотенціалу насіння зернових і овочевих культур.

Енергетичну дозу обробки визначали за формулою:

$$D = \int \frac{W}{m} dt = \int \frac{w}{\rho} dt, \quad (8)$$

де  $W$  – енергія магнітного поля, Дж;

$t$  – час обробки, с;

$m$  – маса насіння, кг;

$w$  – густина магнітного поля, Дж/м<sup>3</sup>;

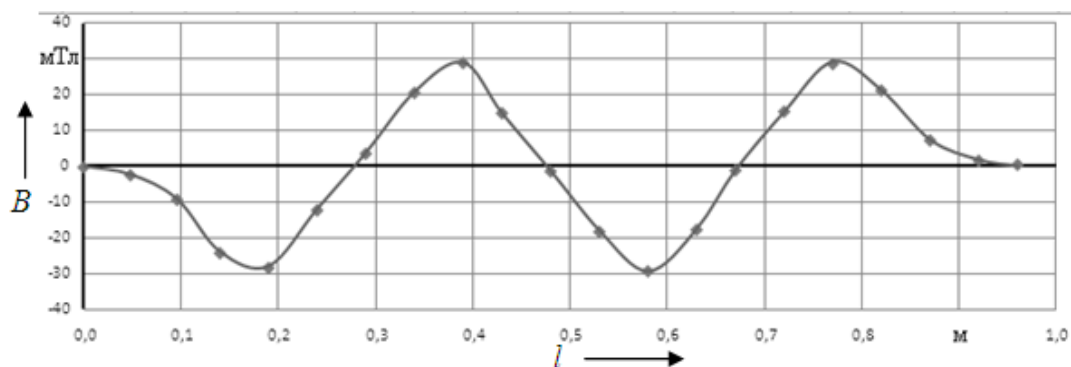
$\rho$  – густина насіння, кг/м<sup>3</sup>.

Виконавши заміну  $dt$  на  $dl$ , отримаємо:

$$D = \int \frac{w}{\rho v} dl, \quad (9)$$

де  $l$  – шлях, який проходить насіння в магнітному полі при обробці, м.

Магнітна індукція змінюється під час руху насіння в магнітному полі. Експериментально встановлену залежність зміни магнітної індукції вздовж стрічки транспортера показано на рис. 1.



**Рис. 1. Зміна магнітної індукції в центрі повітряного зазору уздовж осі транспортера при  $B_m = 30$  мТл**

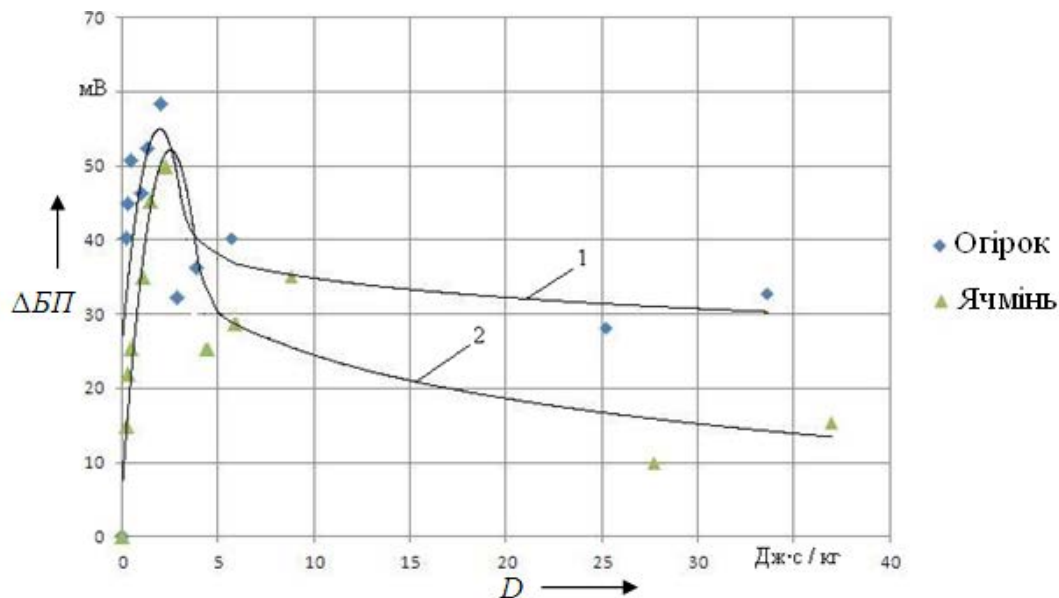
Використовуючи цю залежність, можна визначити енергетичну дозу обробки насіння в магнітному полі:

$$D = \int \frac{B^2}{2\mu\mu_0\rho v} dl = \frac{B_m^2 l}{6\mu\mu_0\rho v}, \quad (10)$$

де  $B_m$  – значення магнітної індукції в площині установки магнітів, Тл.

Як впливає з (10), енергетична доза обробки насіння в магнітному полі прямо пропорційна квадрату магнітної індукції та обернено пропорційна швидкості руху стрічки транспортера.

Встановлено взаємозв'язок між енергетичною дозою обробки і біопотенціалом насіння. Залежність зміни біопотенціалу пророслого насіння від енергетичної дози обробки наведено на рис. 2. Як впливає з цієї залежності, найбільша зміна біопотенціалу паростків ячменю має місце при енергетичній дозі обробки 2,22 Дж·с/кг, яка відповідає магнітній індукції 65 мТл і швидкості стрічки транспортера 0,4 м / с, а огірка – 2,02 Дж·с/кг.



**Рис. 2. Залежність зміни біопотенціалу насіння огірка (1) і ячменю (2) від енергетичної дози обробки в магнітному полі**

Якщо енергетична доза перевищує 5,0 Дж·с/кг, збільшення біопотенціалу насіння під час його передпосівної обробки в магнітному полі є несуттєвим, порівняно з необробленим насінням.

### Висновки

На основі проведених досліджень можна зробити висновок, що зміна біопотенціалу насіння залежить від енергетичної дози його обробки в магнітному полі. Оптимальний режим передпосівної обробки насіння в магнітному полі має місце в діапазоні енергетичної дози обробки 1,5–2,5 Дж·с/кг, при магнітній індукції 65 мТл, чотирикратному перемагнічуванні й швидкості руху стрічки транспортера 0,4 м/с.

### Список літератури

1. Кутис С. Д. Электромагнитная установка для предпосевной обработки семян / С. Д. Кутис, Т. Л. Кутис, Е. З. Гак // Механизация и автоматизация технологических процессов в агропромышленном комплексе. Ч. 2. – М., 1989. – С. 35–36.
2. Проектирование комплексной электрификации / [Л. Г. Прищеп, А. П. Якименко, Л. В. Шаповалов и др.] ; под ред. Л. Г. Прищеп. – М. : Колос, 1983. – 271 с.
3. Классен В. И. Омагничивание водных систем / В. И. Классен. – [2-е изд.]. – М. : Химия, 1982. – 296 с.
4. Зерно. Методы определения энергии прорастания и способности прорастания : ГОСТ 10968-88. – [Введен 1988-07-01]. – М. : Стандартиформ, 2009. – 4 с.
5. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести: ГОСТ 12038-84. – [Введен 1986-07-01]. – М. : Стандартиформ, 2011. – 64 с.
6. 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.
7. 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 ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ДОЗЫ ОБРАБОТКИ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ НА БИОПОТЕНЦИАЛ СЕМЯН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

***В. В. Савченко, А. Ю. Синявский***

**Аннотация.** *Приведены результаты исследований влияния энергетической дозы обработки в магнитном поле на биопотенциал семян зерновых и овощных культур. Установлены зависимости биопотенциала проросших семян от энергетической дозы обработки. Определен оптимальный режим обработки.*

**Ключевые слова:** *магнитная индукция, скорость, биопотенциал, доза обработки, ячмень, огурец*

### **EFFECT OF ENERGY DOSE OF TREATMENT IN A MAGNETIC FIELD ON BIOPOTENTIAL OF SEEDS OF AGRICULTURAL CROPS**

***V. Savchenko A. Sinyavsky***

**Annotation.** *The research results of the effect of energy dose treatment in a magnetic field on the biopotential of seeds of grain and vegetable crops are shown. The dependences of biopotential of germinated seeds from the energy dose treatment are established. The optimal treatment regimen is set.*

**Key words:** *magnetic induction, speed, biopotential, treatment dose, barley, cucumber*