

ПЕРЕДПОСІВНА ОБРОБКА НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР У МАГНІТНОМУ ПОЛІ

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

Наведено результати досліджень впливу магнітного поля на насіння зернових культур. Встановлено залежності енергії проростання і здатності проростання насіння зернових культур від магнітної індукції та швидкості руху насіння в магнітному полі. Визначено найбільш ефективні режими обробки.

Пшениця, ячмінь, енергія проростання, здатність проростання, магнітна індукція, швидкість руху насіння.

Постановка проблеми. Нині актуальним завданням є підвищення врожайності сільськогосподарських культур та якості продукції при мінімальному застосуванні хімічних засобів. Таку можливість відкриває застосування електротехнологій.

Передпосівна обробка насіння зернових культур у магнітному полі має ряд переваг перед іншими електротехнологічними методами. Застосовувані установки транспортерного типу з постійними магнітами мають меншу вартість і не потребують спеціальних джерел живлення, є простими в експлуатації і можуть застосовуватися у потокових лініях передпосівної обробки насіння.

Застосування цієї енерго- та ресурсозберігаючої технології обумовлює необхідність встановлення механізму впливу магнітного поля на насіння і визначення найбільш ефективного режиму обробки.

Аналіз останніх досліджень. Відомі приклади успішного використання передпосівної обробки насіння зернових культур у магнітному полі при магнітній індукції 0,04-0,06 Тл. Для цього встановлювали над стрічкою вивантажувального транспортера ТЗК-30 шість пар магнітних модулів на відстані 110 мм один від одного і від стрічки транспортера при швидкості руху насіння 1-1,3 м/с [6].

Проте дослідження впливу на зерно магнітного поля з магнітною індукцією понад 0,01 Тл не проводилися, тому запропонований режим обробки не є оптимальним. У зв'язку з цим виникла необхідність у проведенні досліджень впливу магнітного поля на фізико-хімічні процеси, що відбуваються в насінні, і визначення оптимальних режимів обробки.

Мета досліджень – встановлення впливу магнітного поля на енергію проростання і здатність проростання насіння зернових культур.

Матеріали і методика досліджень. Експериментальні дослідження проводилися з пшеницею сорту «Наталка» та ячменем сорту «Солнцедар». Насіння переміщували на транспортері через магнітне поле, що створювалось постійними магнітами.

Магнітну індукцію регулювали зміною відстані між магнітами в межах 0-0,5 Тл і вимірювали тесламетром 43205/1. Швидкість руху насіння через магнітне поле регулювали за допомогою перетворювача частоти струму. Оброблене в магнітному полі насіння пшениці пророщували згідно ГОСТ 10968-88 [2].

Енергію проростання зерна у відсотках визначали за формулою:

$$E = \frac{500 - n}{500} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

де: n – кількість зерен, що не проросли за 72 год, шт.; 500 – кількість зерен в аналітичній пробі.

Здатність проростання зерна у відсотках обчислювали за формулою:

$$ЗП = \frac{500 - n_1}{500} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

де: n_1 – кількість зерен, що не проросли за 120 год, шт.

Дослідження впливу магнітної індукції і швидкості руху на енергію проростання і здатність проростання насіння зернових культур при магнітній обробці проводилися з використанням теорії планування експерименту [1]. Як фактори приймалися магнітна індукція (X_1) і швидкість руху насіння (X_2), а вихідні величини – енергія проростання і здатність проростання насіння зернових культур. На основі проведених однофакторних експериментів були визначені значення верхнього, нижнього і основного рівнів фактора, які склали для магнітної індукції відповідно 0; 0,65 і 0,130 Тл, для швидкості руху зерна – 0,4; 0,6 і 0,8 м/с.

При дослідженнях використовувався ортогональний централь-но-композиційний план [1]. Досліди виконували в трикратній повторності. У кожному рядку матриці планування визначали дисперсії, а їх однорідність перевіряли за критерієм Кохрена.

Рівняння регресії знаходили у вигляді:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_{11} X_1^2 + b_{22} X_2^2 + b_{12} X_1 X_2. \quad (3)$$

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

Результати досліджень. Обробка насіння зернових культур в магнітному полі впливає на фізико-хімічні процеси, що відбуваються в них. Під впливом магнітного поля зростає швидкість хімічних і біохімічних реакцій, які протікають в клітинах [7], що сприяє стимуляції насіння, росту та розвитку рослин:

$$\omega_m = \omega \exp \mu(K^2 B^2 + 2KBv_n) N_a / 2RT, \quad (4)$$

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 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, К.

Магнітне поле сприяє підвищенню розчинності солей і кислот, які знаходяться в рослинній клітині, що також є стимулюючим фактором в життєдіяльності рослин [8]:

$$\alpha_m = \alpha e^{\frac{\mu(K_i^2 B^2 + 2K_i Bv)}{2RT}}, \quad (5)$$

де: α_m і α – ступінь електролітичної дисоціації після і до обробки в магнітному полі.

При впливі магнітного поля на клітинні мембрани підвищується їх проникність, що прискорює дифузію через мембрану молекул та іонів [3]. Внаслідок цього збільшується швидкість дифузії молекул кисню через клітинну мембрану і його розчинність, що сприяє підвищенню врожайності сільськогосподарських культур і зменшенню захворюваності рослин внаслідок придушення процесу спороутворення фітопатогенних грибків:

$$\Delta C = \frac{C_{1O_2} - C_{2O_2}}{2} \left[1 - e^{-\frac{2k_\delta (a + K_M \text{grad} B)^2 e^{-\frac{E_a}{kT}}}{\Delta L^2} t} \right], \quad (6)$$

де: C_{1O_2}, C_{2O_2} – відповідно концентрації молекул кисню в клітинах 1 і 2, розділених мембраною, моль/л; k_δ – коефіцієнт дифузії; K_M – коефіцієнт; E_a – енергія активації, Дж; k – стала Больцмана, Дж/К; ΔL – товщина мембрани, м.

Крім того, підвищення проникності клітинних мембран і швидкості хімічних реакцій при обробці насіння в магнітному полі викликає збільшення водопоглинання насіння, що прискорює розвиток рослин і сприяє підвищенню врожайності [4]:

$$\Delta m = \rho \Delta V = \frac{C_1 e^{-\frac{\mu(K^2 B^2 - 2KBv_{n^*})}{2RT}} - C_2}{C_1 e^{-\frac{\mu(K^2 B^2 - 2KBv_{n^*})}{2RT}} + C_2} \rho V \left(1 - e^{-\frac{k_d (a + K_M \text{grad} B)^2 e^{-\frac{E a}{kT}}}{\Delta L^2}} \right) \quad (7)$$

де: ρ – густина води, кг/м^3 .

Під дією сили Лоренца посилюється транспорт іонів, внаслідок чого зростає концентрація мінеральних елементів, що надійшли в клітину [5]:

$$\Delta C_{i_2} = C_{i_1} v_i^0 f_i N_n E \tau \left(a + \frac{2K_M B}{\tau} \right) \left(\frac{a}{v} + \frac{2K_M B}{\tau v} + \frac{1}{2} K_K K_B B \right) e^{-\frac{\mu(K_i^2 B^2 + 2K_i Bv)}{2RT}} \quad (8)$$

де: v_i^0 – абсолютна швидкість руху іона, м/с ; f_i – коефіцієнт електропровідності; E – напруженість електричного поля в клітині, В/м ; a – розмір пори в клітині, м ; τ – полюсна поділка, м .

На підставі проведених теоретичних досліджень встановлено, що обробку насіння необхідно здійснювати в неоднорідному магнітному полі, а застосування періодичного магнітного поля посилює ефект обробки. Зміна фізико-хімічних параметрів насіння при магнітній обробці залежить від квадрата магнітної індукції і швидкості їх руху в магнітному полі. Внаслідок дії магнітного поля зростає енергія проростання і здатність проростання насіння, а також врожайність сільськогосподарських культур.

За результатами проведеного багатофакторного експерименту отримано рівняння регресії, яке у фізичних величинах має вигляд (рис. 1) для зерна пшениці (9) і зерна ячменю (10):

$$E = 80.021 + 680.889B - 60.889v + 300Bv - 5733B^2 \quad (9)$$

$$E = 52.907 + 1021B - 8.611v - 153.846Bv - 6062B^2 \quad (10)$$

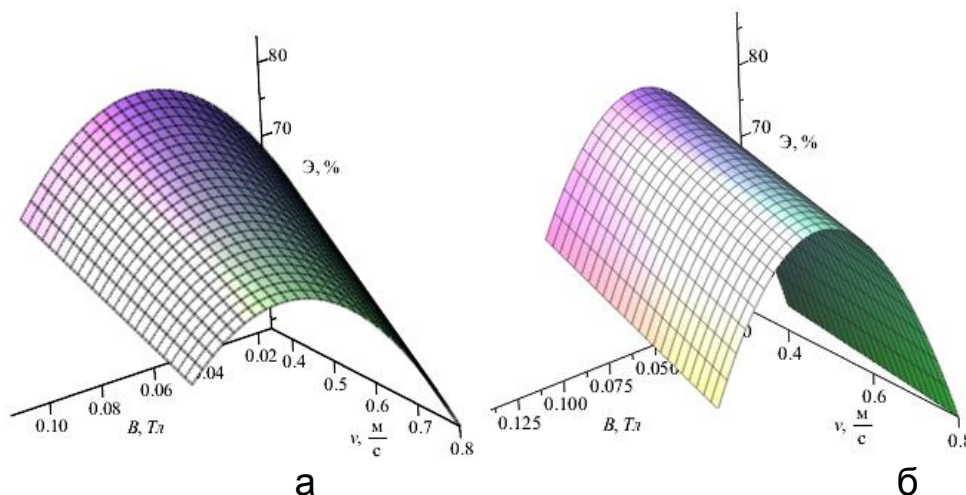


Рис. 1. Зміна енергії проростання зерна при обробці насіння в магнітному полі: а – зерно пшениці; б – зерно ячменю.

При зміні магнітної індукції від 0 до 0,065 Тл енергія проростання зростає, а при подальшому збільшенні магнітної індукції починає зменшуватися. Встановлено, що при магнітній індукції, що перевищує 0,130 Тл, енергія проростання змінюється неістотно і становить для пшениці 64 % (у контролі – 34 %), для ячменю – 70 % (у контролі – 48 %).

Рівняння регресії, що зв'язує здатність проростання зерна з параметрами магнітного поля, у фізичних величинах має вигляд (рис. 2): для зерна пшениці (11) і зерна ячменю (12)

$$ЗП = 75.831 + 533.667B - 9.875v - 91.667Bv - 3511B^2; \quad (11)$$

$$ЗП = 58.63 + 988.034B - 4.444v - 192.308Bv - 5667B^2. \quad (12)$$

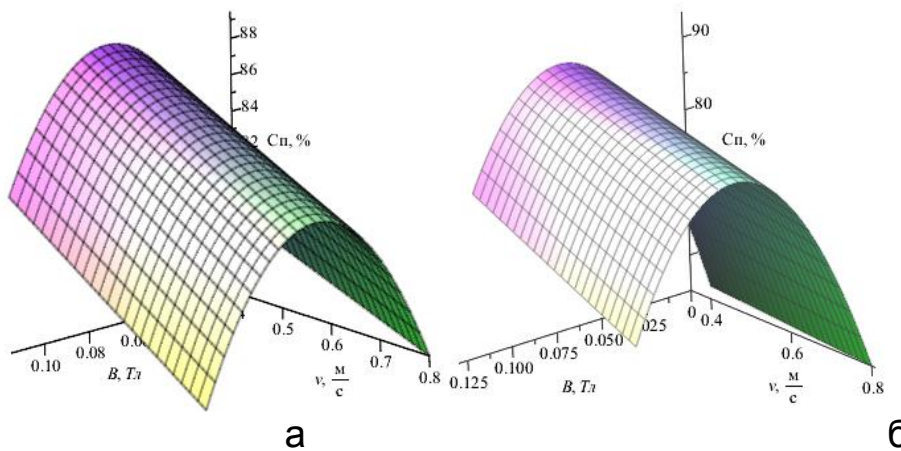


Рис. 2. Зміна здатності проростання зерна при обробці насіння в магнітному полі: а – зерно пшениці; б – зерно ячменю.

При зміні магнітної індукції від 0 до 0,065 Тл здатність проростання зерна зростає, а при подальшому збільшенні магнітної індукції починає зменшуватися. При магнітній індукції, що перевищує 0,130 Тл, здатність проростання змінюється неістотно і становить для зерна пшениці 78 % (у контролі – 70 %), ячменю – 78 % (у контролі – 56 %). Встановлено, що енергія проростання насіння зернових культур і його здатність проростання мають максимальне значення при магнітній індукції 0,065 Тл. У всіх дослідах ефект магнітної обробки залежав від швидкості руху насіння. Однак у діапазоні швидкостей 0,4-0,8 м/с вона є менш істотним фактором, ніж магнітна індукція. Найкращі результати були отримані при швидкості 0,4 м/с.

Висновок. Енергія проростання і здатність проростання зернових культур при магнітній обробці залежить від квадрата магнітної індукції і швидкості руху насіння в магнітному полі. Найефективніший режим обробки має місце при магнітній індукції 0,065 Тл і швидкості руху насіння 0,4 м/с.

Список літератури

1. Адлер Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. – М.: Наука, 1976. – 278 с.
2. Зерно. Методы определения энергии прорастания и способности прорастания: ГОСТ 10968-88. – [Введен 1988-07-01]. – М.: Стандартиформ, 2009. – 4 с.
3. Козырський В. В. Влияние магнитного поля на диффузию молекул через клеточную мембрану семян сельскохозяйственных культур / В. В. Козырський, В. В. Савченко, А. Ю. Синявський // Вестник ВИЭСХ. – 2014. – №2 (15). – С. 16–19.
4. Козирський В. В. Вплив магнітного поля на водопоглинання насіння / В. В. Козирський, В. В. Савченко, О. Ю. Синявський // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. – К., 2014. – Вип. 194, ч.1. – С. 16–20.
5. Козырський В. В. Влияние магнитного поля на транспорт ионов в клетке растений культур / В. В. Козырський, В. В. Савченко, А. Ю. Синявський // Вестник ВИЭСХ. – 2014. – №3 (16). – С. 18–22.
6. Кутис С. Д. Электромагнитная установка для предпосевной обработки семян / С. Д. Кутис, Т. Л. Кутис, Е. З. Гак // Механизация и автоматизация технол. процессов в агропром. комплексе. Ч. 2. – М., 1989. – С. 35–36.
7. Савченко В. В. Изменение биопотенциала и урожайности сельскохозяйственных культур при предпосевной обработке семян в магнитном поле / В. В. Савченко, А. Ю. Синявський // Вестник ВИЭСХ. – 2013. – №2(11). – С. 33–37.
8. Савченко В. В. Вплив магнітного поля на розчинність солей / В. В. Савченко // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. – К., 2014. – Вип. 194, ч. 2. – С. 68–72.

Приведены результаты исследований влияния магнитного поля на семена зерновых культур. Установлены зависимости энергии прорастания и способности прорастания семян зерновых культур от магнитной индукции и скорости движения семян в магнитном поле. Определены наиболее эффективные режимы обработки.

Пшеница, ячмень, энергия прорастания, способность прорастания, магнитная индукция, скорость движения семян.

The results of research on the influence of magnetic field on seed crops are shown. The dependencies of germination energy and germination property of cereals by magnetic induction and speed of seeds in a magnetic field are established. The most effective treatment regimens.

Wheat, barley, germination energy, germination property, magnetic induction, speed of seed.