

УДК 631.371: 621.31

## **ВПЛИВ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ ГОРОХУ В МАГНІТНОМУ ПОЛІ НА ПОСІВНІ ЯКОСТІ**

*В. В. Савченко, кандидат технічних наук, доцент*

*О. Ю. Синявський, кандидат технічних наук, доцент*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*В. Я. Бунько, кандидат технічних наук, доцент*

*ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут»*

**Анотація.** Метою досліджень було встановлення впливу магнітного поля на енергію проростання і схожість насіння гороху.

Під впливом магнітного поля зростає швидкість хімічних і біохімічних реакцій в рослинній клітині, зростає розчинність солей і кислот, проникність біологічних мембран, концентрація кисню та водопоглинання насіння, що покращує посівні якості насіння.

За зміни магнітної індукції від 0 до 0,065 Тл енергія проростання і схожість насіння гороху зростає, а за подальшого збільшення магнітної індукції починає зменшуватися. Швидкість руху насіння є менш істотним фактором, ніж магнітна індукція.

Найефективнішим режимом передпосівної обробки насіння є магнітна індукція 0,065 Тл і швидкість руху насіння 0,4 м/с. За такого режиму обробки енергія проростання насіння гороху збільшувалася на 54 %, а схожість – на 30 %.

**Ключові слова:** *магнітне поле, горох, передпосівна обробка, магнітна індукція, швидкість руху насіння, енергія проростання, схожість*

**Актуальність.** Застосування електрофізичних методів передпосівної обробки насіння дає можливість підвищити урожайність сільськогосподарських культур та якість продукції.

Передпосівна обробка насіння культур у магнітному полі має ряд переваг перед іншими електротехнологічними методами. Застосовувані для цього методу установки транспортерного типу з постійними магнітами мають меншу вартість і не потребують спеціальних джерел живлення, є простими і безпечними в

експлуатації і можуть застосовуватися у потокових лініях передпосівної обробки насіння.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Нині встановлено, що передпосівна обробка насіння в магнітному полі забезпечує підвищення урожайності сільськогосподарських культур, зменшення захворюваності рослин та підвищення якості продукції [1,2].

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

**Мета дослідження** – встановлення впливу магнітного поля на енергію проростання і схожість насіння гороху.

**Матеріали та методи дослідження.** Експериментальні дослідження проводилися з горохом сорту «Адагумський». Насіння переміщували на транспортері через магнітне поле, яке створювалося чотирма парами постійних магнітів з інтерметалічного композиту NdFeB, встановленими паралельно над і під стрічку транспортера зі змінною полярністю.

Магнітну індукцію регулював зміною відстані між магнітами в межах 0 - 0,5 Тл і вимірювали тесламетром 43205/1. Швидкість руху насіння через магнітне поле регулювали зміною швидкості руху транспортерної стрічки за допомогою зміни частоти обертання приводного двигуна перетворювачем частоти струму Delta VFD004EL43A.

Оброблене в магнітному полі насіння пророщували і визначали енергію проростання і схожість за ГОСТ 12038-84 [3].

Дослідження впливу магнітної індукції і швидкості руху на енергію проростання і схожість насіння гороху за магнітної обробки проводилися методом планування експерименту із застосуванням ортогонального центрально-композиційного плану. [4]. Як фактори приймалися магнітна індукція ( $X_1$ ) і

швидкість руху насіння ( $X_2$ ), а вихідні величини – енергія проростання і схожість насіння гороху.

На основі проведених однофакторних експериментів були визначені значення верхнього, нижнього і основного рівнів фактора, які склали для магнітної індукції відповідно 0; 0,065 і 0,130 Тл, для швидкості руху насіння – 0,4; 0,6 і 0,8 м/с.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Обробка насіння сільськогосподарських культур у 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 [5], що сприяє стимуляції насіння, росту та розвитку рослин:

$$\omega_m = \omega \exp \mu (K^2 B^2 + 2KBv_n) N_a / 2RT, \quad (1)$$

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

Під впливом магнітного поля внаслідок дії сили Лоренца посилюється транспорт іонів через клітинну мембрану, збільшуючи концентрацію мінеральних речовин у клітині, які беруть участь у хімічних реакціях [6]:

$$\Delta C_{i_2} = C_{i_1} f_{i_1} \frac{\varphi}{L} (a + 2K_m B/\tau) (a + 2K_m B/\tau + K_k K_b Bv) e^{\frac{\mu(K_i^2 B^2 + 2K_i Bv)}{2RT}}. \quad (2)$$

де  $C_{i1}$ ,  $C_{i2}$  – концентрації речовин у рослинних клітинах, розділених мембраною, моль/л;  $l_i$  – шлях руху іона в магнітному полі, м;  $\varphi$  – дифузійний потенціал, В;  $L$

– товщина мембрани, м;  $a$  – розмір пори в мембрані, м;  $K_m$ ,  $K_b$ ,  $K_i$  – коефіцієнти;  $\tau$  – полюсна поділка, м.

Магнітне поле сприяє прискоренню дифузії молекул через клітинну мембрану. Зміна концентрації речовини, яка пройшла шляхом дифузії через мембрану, визначається рівнянням [7]:

$$\Delta C = \frac{C_1 - C_2}{2} \left( 1 - e^{-\frac{2k_\delta (a + K_m B/\tau)^2 e^{-\frac{E_a}{kT}}}{L^2} t} \right), \quad (3)$$

де  $k_\delta$  – коефіцієнт,  $\text{с}^{-1}$ ,  $E_a$  – енергія активації дифузії, Дж;  $k$  – стала Больцмана, Дж/К.

Зростання проникності мембрани та розчинності кисню при магнітній обробці призводить до зростання його концентрації в клітині:

$$\Delta C = \frac{\left( C_{1O_2} - C_{2O_2} \right) e^{K_1^2 B^2 + K_2 B \nu}}{2} \left( 1 - e^{-\frac{2k_\delta (a + K_m B/\tau)^2 e^{-\frac{E_a}{kT}}}{L^2} t} \right). \quad (4)$$

Зростання концентрації кисню в клітинах придушує процес спороутворення фітопатогенних грибків і сприяє підвищенню урожайності сільськогосподарських культур.

Під дією магнітного поля на клітину прискорюється транспорт води в неї. Оскільки при магнітній обробці насіння зростає проникність мембран, тому зростає також і водопоглинання [8].

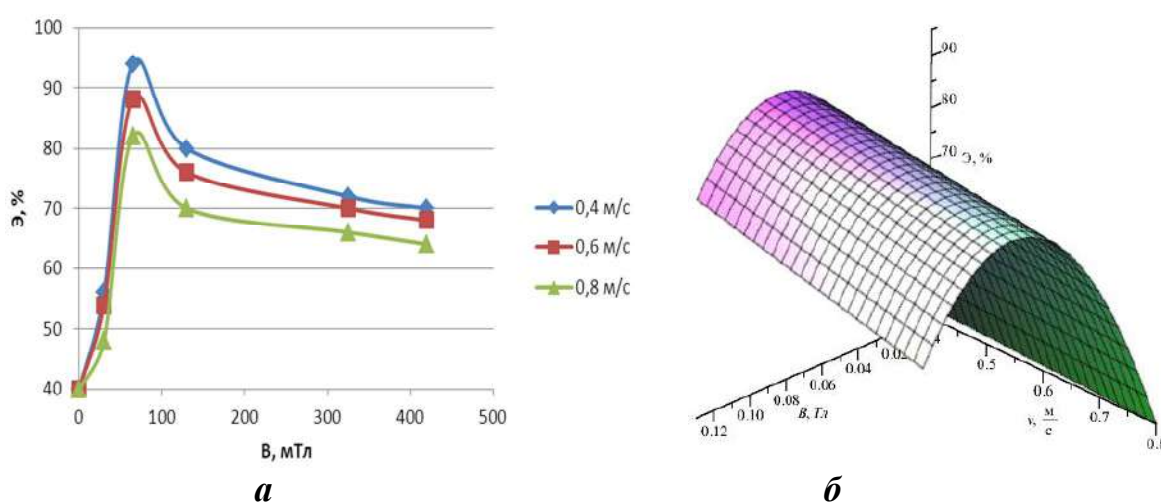
Зміна фізико-хімічних параметрів насіння при магнітній обробці залежить від квадрата магнітної індукції і швидкості його руху в магнітному полі.

Внаслідок дії магнітного поля зростає енергія проростання і схожість насіння, а також врожайність сільськогосподарських культур.

За зміни магнітної індукції від 0 до 0,065 Тл енергія проростання насіння гороху зростає, а за подальшого збільшення магнітної індукції починає зменшуватися (рис. 1, а). Встановлено, що коли магнітна індукція перевищує 0,130 Тл, то енергія проростання змінюється неістотно і становить для насіння гороху 70 % (у контролі – 40 %).

За результатами проведеного багатofакторного експерименту отримано рівняння регресії, яке у фізичних величинах має вигляд (рис. 1, б):

$$E = 43.315 + 1327B - 5.278v - 192.308Bv - 7232B^2. \quad (5)$$



**Рис.1. Зміна енергії проростання за обробки насіння гороху в магнітному полі**

За зміни магнітної індукції від 0 до 0,065 Тл схожість насіння гороху зростає, а за подальшого збільшення магнітної індукції починає зменшуватися (рис. 2, а). За магнітної індукції, яка перевищує 0,130 Тл, схожість насіння змінюється неістотно і становить для насіння гороху 80 % (у контролі – 66 %).

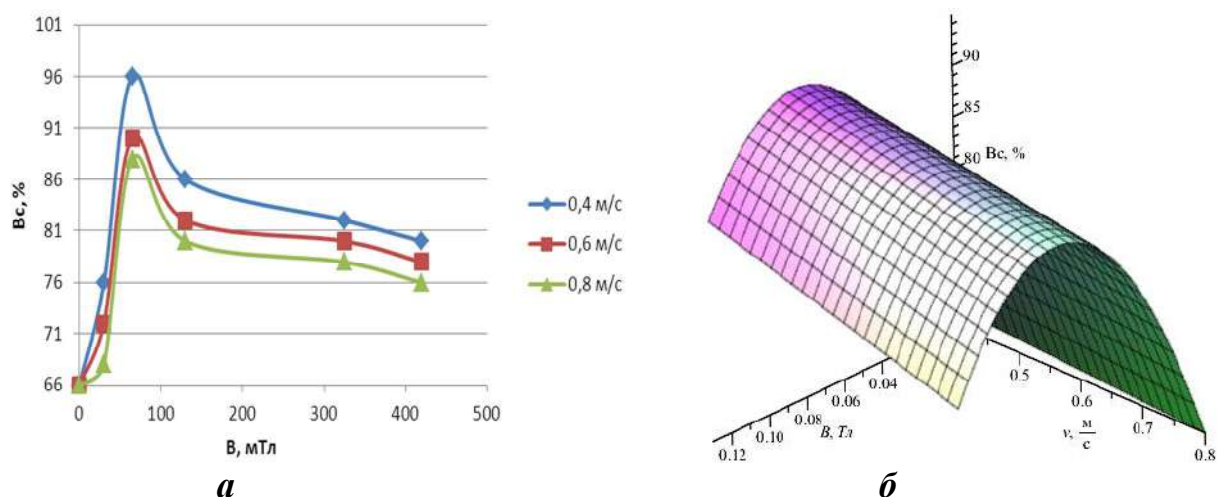


Рис. 2. Зміна схожості насіння гороху за його обробки в магнітному полі

Рівняння регресії, яке пов'язує схожість насіння гороху з параметрами магнітного поля, у фізичних величинах має вигляд (рис. 2, б):

$$C_x = 68.111 + 730.769B - 4.444v - 115.385Bv - 4103B^2. \quad (6)$$

Встановлено, що енергія проростання насіння гороху і його схожість мають максимальне значення за магнітної індукції 0,065 Тл. Ефект магнітної обробки залежить від швидкості руху насіння, але в діапазоні швидкостей 0,4–0,8 м/с вона є менш істотним фактором, ніж магнітна індукція. Найкращі результати були отримані за швидкості 0,4 м/с.

**Висновки і перспективи.** На основі проведених досліджень встановлено, що енергія проростання і схожість насіння гороху за магнітної обробки залежить від квадрата магнітної індукції і швидкості руху насіння в магнітному полі. Найефективніший режим обробки має місце за магнітної індукції 0,065 Тл і швидкості руху насіння 0,4 м/с. За такого режиму обробки енергія проростання насіння гороху збільшувалася на 54 %, а схожість – на 30 %.

### 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. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести: ГОСТ 12038-84. – [Введен 1986-07-01]. – М.: Стандартинформ, 2011. – 64 с.

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

5. 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.

6. Козырский В.В. Влияние магнитного поля на транспорт ионов в клетке растений сельскохозяйственных культур / В.В. Козырский В.В. Савченко, А.Ю. Синявский // Вестник ВИЭСХ. – 2014. – №3 (16). – С. 18–22.

7. Козырский В.В. Влияние магнитного поля на диффузию молекул через клеточную мембрану семян сельскохозяйственных культур / В.В. Козырский В.В. Савченко, А.Ю. Синявский // Вестник ВИЭСХ. – 2014. – №2 (15). – С. 16–19.

8. Козирський В.В. Вплив магнітного поля на водопоглинання насіння / В.В. Козирський, В.В. Савченко, О.Ю. Синявський // Науковий вісник НУБіП України. – 2014. – Вип. 194, ч.1. – С. 16–20.

#### **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. Semena sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Metody opredeleniya vskhozhesti: GOST 12038-84. (2011). [Seeds of agricultural crops. Methods for determining the germination: GOST 12038-84]. Moscow: Standartinform, 64.

4. Adler, Y.P., Markova, E.V., Granovskiy, Y.V. (1976). Planirovaniye eksperimenta pri poiske optimal'nykh usloviy [Planning an experiment when searching for optimal conditions]. Moscow: Nauka, 278.

5. Savchenko, V. V., Sinyavsky, A. Y. (2013). Izmeneniye biopotentsiala i urozhaynosti sel'skokhozyaystvennykh kul'tur pri predposevnoy obrabotke semyan v magnitnom pole [Changes in the biopotential and yield of crops during presowing seed treatment in a magnetic field]. *Vestnik VIESKH*, №2(11), 33–37.

6. Kozyrskiy, V. V., Savchenko, V. V., Sinyavsky, A. Y. (2014). Vliyaniye magnitnogo polya na transport ionov v kletke rasteniy sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [The influence of the magnetic field on ion transport in a plant cell]. Vestnik VIESKH, №3 (16), 18–22.

7. Kozyrskiy, V. V., Savchenko, V. V., Sinyavsky, A. Y. (2014). Vliyaniye magnitnogo polya na diffuziyu molekul cherez kletochnyuyu membranu semyan sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [The influence of the magnetic field on the diffusion of molecules through the cell membrane of seeds of crops]. Vestnik VIESKH, №2 (15), 16–19.

8. Kozyrskiy, V. V., Savchenko, V. V., Sinyavskiy, O. Y. (2014). Vplyv mahnitnoho polia na vodopohlynannia nasinnia [The influence of magnetic field on water absorption of seeds]. Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy, 194 (1), 16–20.

### **ВЛИЯНИЕ ПРЕПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ГОРОХА В МАГНИТНОМ ПОЛЕ НА ПОСЕВНУЮ КАЧЕСТВА**

***В. В. Савченко, А. Ю. Синявский, В. Я. Бунько***

***Аннотация.** Целью исследований было установление влияния магнитного поля на энергию прорастания и всхожесть семян гороха.*

*Под влиянием магнитного поля возрастает скорость химических и биохимических реакций в растительной клетке, возрастает растворимость солей и кислот, проницаемость биологических мембран, концентрация кислорода и водопоглощение семян, что улучшает их посевные качества.*

*При изменении магнитной индукции от 0 до 0,065 Тл энергия прорастания и всхожесть семян гороха растет, а при дальнейшем увеличении магнитной индукции начинает уменьшаться. Скорость движения семян является менее существенным фактором, чем магнитная индукция.*

*Самым эффективным режимом предпосевной обработки семян является магнитная индукция 0,065 Тл и скорость движения семян 0,4 м / с. При таком режиме обработки энергия прорастания семян гороха увеличивалась на 54 %, а схожесть – на 30 %.*

***Ключевые слова:** магнитное поле, горох, предпосевная обработка, магнитная индукция, скорость движения семян, энергия прорастания, всхожесть*

### **INFLUENCE OF PRESOWING TREATMENT OF PEA SEEDS IN THE MAGNETIC FIELD ON SOWING QUALITY**

***V. Savchenko, A. Sinyavsky, V. Bun'ko***

***Abstract.** The aim of the studies was to determine the influence of the magnetic field on the energy of germination and the germination of pea seeds.*

*Under the influence of the magnetic field, the rate of chemical and biochemical reactions in the plant cell increases, the solubility of salts and acids, the permeability*



*of biological membranes, the concentration of oxygen and the water absorption of seeds increases, which improves their sowing qualities.*

*With a change in the magnetic induction from 0 to 0.065 T, the germination energy and germination of pea seeds increase, and with a further increase in the magnetic induction begins to decrease. The velocity of seeds is a less significant factor than magnetic induction.*

*The most effective mode of presowing seed treatment is a magnetic induction of 0.065 T and a seed velocity of 0.4 m/s. With this treatment regime, the energy of germination of pea seeds increased by 54 %, and the germination by 30 %.*

**Key words:** *magnetic field, pea, pre-sowing treatment, magnetic induction, seed velocity, germination energy, germination*