

## ВПЛИВ МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ВОДОПОГЛИНАННЯ НАСІННЯ ЯЧМЕНЮ

**В. В. САВЧЕНКО**, кандидат технічних наук, доцент  
**О. Ю. СИНЯВСЬКИЙ**, кандидат технічних наук, доцент  
*Національний університет біоресурсів  
і природокористування України*  
E-mail: vit1986@ua.fm

**Анотація.** Метою досліджень було встановлення впливу магнітного поля на водопоглинання насіння ячменю. На основі проведених теоретичних та експериментальних досліджень встановлено, що водопоглинання насіння за передпосівної обробки в магнітному полі залежить від квадрата магнітної індукції та швидкості руху насіння в магнітному полі.

За зміни магнітної індукції від 0 до 0,065 Тл, водопоглинання насіння зростає, а за подальшого її збільшення починає зменшуватися. Якщо магнітна індукція перевищує 0,130 Тл, водопоглинання змінюється несуттєво порівняно з контролем

Найефективніший режим обробки має місце за магнітної індукції 0,065 Тл і швидкості руху насіння 0,4/с. За такого режиму обробки відносно водопоглинання насіння ячменю збільшилося на 11,1 % порівняно з контролем.

**Ключові слова:** магнітна індукція, швидкість руху зерна, дифузія молекул, клітинна мембрана, водопоглинання, ячмінь

**Актуальність.** Підвищення урожайності зернових культур без застосування хімічних засобів є актуальним завданням. Одним із шляхів його вирішення є застосування електротехнологій.

Передпосівна обробка насіння зернових культур у магнітному полі має переваги перед іншими електрофізичними методами. Це високопродуктивна, енергоефективна, екологічна та ресурсозберігаюча технологія, яка дає можливість підвищити врожайність сільськогосподарських культур та якість продукції.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Нині встановлено, що під дією магнітного поля зростає швидкість хімічних і біохімічних реакцій, які протікають в клітинах, підвищується розчинність солей і кислот, а також проникність мембран, що прискорює дифузію через мембрану молекул та іонів [1–3]. Це сприяє стимуляції насіння, росту та розвитку рослин.

Застосування технології передпосівної обробки насіння в магнітному полі зумовлює необхідність встановлення механізму його впливу на насіння й визначення найбільш ефективного режиму обробки.

**Мета дослідження** – встановлення впливу магнітного поля на водопоглинання насіння ячменю.

**Матеріали і методи дослідження.** Якщо два розчини різної концентрації розділені мембраною, яка є непроникною для розчиненої речовини, то вирівнювання концентрації досягається за рахунок дифузії молекул води в розчин з більшою концентрацією речовини. [5].

Під дією магнітного поля посилюється дифузія молекул води, внаслідок чого зростає водопоглинання насіння.

Експериментальні дослідження проводилися з ячменем сорту «Солнцедар». Насіння переміщували на транспортері через магнітне поле, що створювалося чотирма парами постійних магнітів з інтерметалічного композиту NdFeB, встановлених 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 регулювали в межах 0 – 0,8 м/с за допомогою перетворювача частоти струму.

Контрольне та оброблене у магнітному полі насіння зважували до та після його замочування в дистильованій воді протягом 30 хв. Питоме водопоглинання розраховували за формулою [1]:

$$Y = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \cdot 100\%, \quad (1)$$

де  $m_2$  – маса насіння (контрольного та обробленого) після замочування;

$m_1$  – маса насіння після замочування.

Дослідження впливу магнітної індукції і швидкості руху на водопоглинання насіння пшениці за магнітної обробки проводилися з використанням теорії планування експерименту [6]. Як фактори приймалися магнітна індукція ( $X_1$ ) і швидкість руху насіння ( $X_2$ ), а за вихідну величину – водопоглинання насіння пшениці.

На основі проведених однофакторних експериментів були визначені значення верхнього, нижнього і основного рівнів фактора, які становили для магнітної індукції 0; 0,65 і 0,130 Тл, для швидкості руху насіння – 0,4; 0,6 і 0,8 м/с.

**Результати дослідження та їх обговорення.** У початковий момент часу кількість речовини в розчинах, розділених мембраною, становить відповідно  $C_1V$  та  $C_2V$ . В усталеному режимі після дифузії молекул води з розчину з меншою концентрацією в розчин з більшою концентрацією речовини концентрації розчинів вирівнюються і становлять:

$$\frac{C_1V}{V + \Delta V} = \frac{C_2V}{V - \Delta V}, \quad (2)$$

де  $\Delta V$  – об'єм води, який пройшов через мембрану, м<sup>3</sup>.

Із рівняння (2) отримуємо:

$$\Delta V = \frac{(C_1 - C_2)V}{C_1 + C_2}. \quad (3)$$

Процес дифузії води через мембрану описується законом Фіка:

$$\frac{(C_1 + C_2)d\Delta V}{dt} = -\frac{D}{\Delta L^2}(C_2(V + \Delta V) - C_1(V - \Delta V)), \quad (4)$$

де  $D$  – коефіцієнт дифузії,  $\text{м}^2/\text{с}$ ;  
 $\Delta L$  – товщина мембрани, м.

Звідси маємо:

$$\frac{(C_1 + C_2)d\Delta V}{dt} = -\frac{D}{\Delta L^2}((C_2 - C_1)V + (C_1 + C_2)\Delta V), \quad (5)$$

або

$$\frac{\Delta L^2}{D} \frac{d\Delta V}{dt} + \Delta V = \frac{(C_1 - C_2)V}{C_1 + C_2}. \quad (6)$$

За початкових умов ( $t=0$ ,  $\Delta V_{\text{поч}}=0$ ) це диференціальне рівняння має розв'язок:

$$\Delta V = \frac{C_1 - C_2}{C_1 + C_2} V \left( 1 - e^{-\frac{D}{\Delta L^2} t} \right), \quad (7)$$

Звідси водопоглинання клітини:

$$\Delta m = \rho \Delta V = \frac{C_1 - C_2}{C_1 + C_2} V \left( 1 - e^{-\frac{D}{\Delta L^2} t} \right), \quad (8)$$

де  $\rho$  – густина води,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Коефіцієнт дифузії через клітинну мембрану можна визначити за формулою [1]:

$$D = k_{\partial} a^2 e^{-\frac{E_a}{kT}}, \quad (9)$$

де  $k_{\partial}$  – коефіцієнт,  $\text{с}^{-1}$ ;

$a$  – міжатомна відстань, м;

$E_a$  – енергія активації дифузії, Дж;

$k$  – стала Больцмана, Дж/К;

$T$  – абсолютна температура, К.

За дії магнітного поля розмір пори в мембрані зросте і буде становити:

$$a + K_m \frac{\Delta B}{\Delta L}, \quad (10)$$

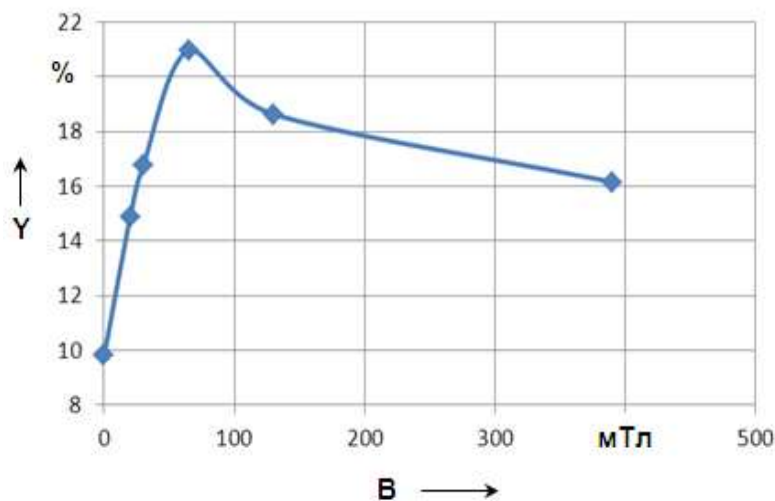
де  $B$  – магнітна індукція;

$K_M$  – коефіцієнт.

Це означає, що під дією магнітного поля на клітинну мембрану підвищується її проникність, тому зростає водопоглинання :

$$\Delta m = \frac{C_1 - C_2}{C_1 + C_2} \rho V \left[ 1 - e^{-\frac{k_\partial (a + K_M \frac{\Delta B}{\Delta L})^2 e^{-\frac{E_a}{kT}}}{\Delta L^2} t} \right] \quad (11)$$

Експериментально встановлено, що у разі зміни магнітної індукції від 0 до 0,065 Тл, водопоглинання насіння ячменю зростає, а за подальшого збільшення магнітної індукції – починає зменшуватися (рис. 1). Встановлено, що за магнітної індукції, що перевищує 0,130 Тл, водопоглинання змінюється неістотно і становить для насіння ячменю 17 % (у контролі – 9,8 %).

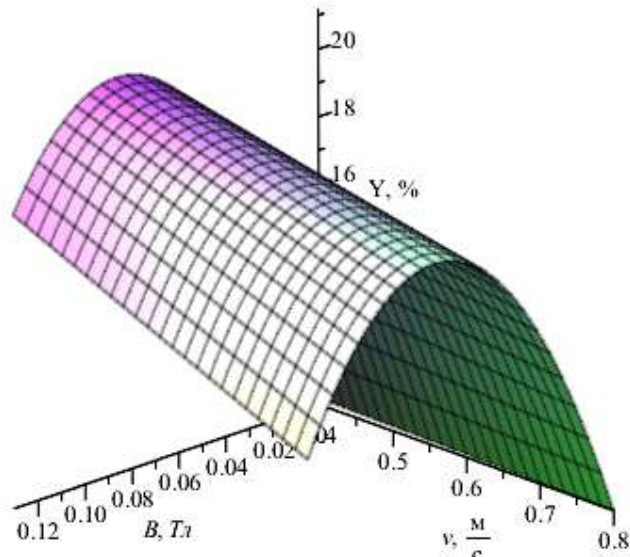


**Рис. 1. Залежність питомого водопоглинання насіння ячменю від магнітної індукції**

За результатами проведеного багатофакторного експерименту отримано рівняння регресії, яке у фізичних величинах має вигляд (рис. 2):

$$Y = 9,836 + 298,33B - 0,486v - 75Bv - 1562B^2. \quad (12)$$

Встановлено, що водопоглинання насіння ячменю максимальне 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 було отримано за швидкості 0,4 м/с.



**Рис. 2. Зміна питомого водопоглинання за обробки насіння ячменю в магнітному полі**

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** На основі проведених досліджень встановлено, що водопоглинання насіння ячменю за магнітної обробки залежить від квадрата магнітної індукції та 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.

#### **Список використаних джерел**

1. Сидорцов, И. Г. Повышение эффективности воздействия постоянного магнитного поля на семена зерновых культур при их предпосевной обработке : автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.20.02 «/ И. Г. Сидорцов. Ин-т... – зерноград, 2008. – 18 с.
2. Агрехимия / [Ягодин Б. А., Смирнов П. М., Петербургский А. В. и др.] ; под ред. Б. А. Ягодина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1989. – 639 с.
3. Кларксон, Д. Транспорт ионов и структура растительной клетки / Д. Кларксон. – М. : Мир, 1978. – 368 с.
4. 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.
5. Козирський, В. В. Вплив магнітного поля на водопоглинання насіння / В. В. Козирський, В. В. Савченко, О. Ю. Синявський // Науковий вісник НУБіП України. Серія...– 2014. – Вип. 194, ч. 1. – С. 16–20.
6. Адлер, Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. – М. : Наука, 1976. – 278 с.

#### **References**

1. Sidortsov, I. G. (2008). *Povysheniye effektivnosti vozdeystviya postoyannogo magnitnogo polya na semena zernovykh kul'tur pri ikh predposevnoy*

obrabotke [Improving the efficiency of the impact of a constant magnetic field on crops seed at their pre-treatment]. Zernograd, 18.

2. Yagodin, B. A., Smirnov, P. M., Peterburgskiy, A. V. i dr. (1989). Agrokimiya [Agrochemicals] ; pod red. B. A. Yagodina. Moskow: Agropromizdat, 639.

3. Klarkson, D. (1978). Transport ionov i struktura rastitel'noy kletki [Transport of ions and the structure of the plant cell]. Moskow: Mir, 368.

4. Kozyrskiy, V. V., Savchenko, V. V., Sinyavskiy, A. Y. (2014). Vliyaniye magnitnogo polya na diffuziyu molekul cherez kletochnyuyu membranu semyan sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [The influence of magnetic field on the diffusion of molecules through the cell membrane of seed crops ]. Vestnik VIESKH, 2 (15), 16–19.

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

6. Adler, Y. P., Markova, E. V., Granovskiy, Y. V. (1976). Planirovaniye eksperimenta pri poiske optimal'nykh usloviy [The planning of experiment in the search for optimal conditions]. Moskow: Nauka, 278.

## **ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ВОДОПОГЛОЩЕНИЕ СЕМЯН ЯЧМЕНЯ**

**В. В. Савченко, А. Ю. Синявский**

**Аннотация.** *Целью исследований было установление влияния магнитного поля на водопоглощение семян ячменя.*

*На основе проведенных теоретических и экспериментальных исследований установлено, что водопоглощение семян при предпосівній оброботке в магнитном поле зависит от квадрата магнитной индукции и скорости движения семян в магнитном поле. При изменении магнитной индукции от 0 до 0,065 Тл водопоглощение семян возрастает, а при дальнейшем ее увеличении – начинает уменьшаться. Если магнитная индукция превышает 0,130 Тл, водопоглощение изменяется несущественно по сравнению с контролем.*

*Наиболее эффективный режим обработки имеет место при магнитной индукции 0,065 Тл и скорости движения семян 0,4/с. При таком режиме обработки относительное водопоглощение семян ячменя увеличилось на 11,1 % по сравнению с контролем.*

**Ключевые слова:** *магнитная индукция, скорость движения зерна, диффузия молекул, клеточная мембрана, водопоглощение, ячмень*

## **EFFECT OF MAGNETIC FIELD ON WATER ABSORPTION OF BARLEY SEEDS**

**V. Savchenko, A. Sinyavsky**

**Abstract.** *The aim of the research was to establish the influence of magnetic field on the water absorption of barley seeds.*

*On the basis of theoretical and experimental studies have established that water absorption of seeds at presowing treatment in a magnetic field depends on the square of the magnetic induction and speed of seed motion in the magnetic field. When the the magnetic induction changes from 0 to 0,065 T water absorption of seeds increases, and with a further increase of magnetic induction begins to decrease. It is found that when the magnetic induction greater than 0.130 T, the water absorption does not change significantly compared to the control.*

*The most effective treatment regimen occurs at 0.065 T magnetic induction and speed of the seeds of 0.4 m/s. The relative water absorption of barley seeds increased by 11.1 % compared with control.*

**Keywords:** *magnetic induction, the speed of grain, diffusion of molecules, cell membrane, water absorption, barley*

УДК 621.324

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КЕРУВАННЯ ВХІДНИМИ ПАРАМЕТРАМИ ПРОЦЕСУ НАНЕСЕННЯ РОЗЧИНІВ НА ОВОЧЕВІ КУЛЬТУРИ**

**С. Д. ВАЩИШИН**, асистент  
**Г. Б. ІНОЗЕМЦЕВ**, доктор технічних наук,  
**Національний університет біоресурсів  
і природокористування України**  
E-mail: khorman@mail.ua

**Анотація.** *Наведено результати досліджень процесу нанесення живильних та протруювальних розчинів на овочеві культури електростатичним методом в умовах закритого ґрунту. Теоретично і експериментально доведено, що розроблена математична модель у вигляді системи рівнянь обумовлює можливість підвищення ефективності роботи установок для нанесення живильних та протруювальних розчинів на овочеві культури в електричному полі шляхом керування вхідними параметрами процесу.*

*Отримані системи рівнянь обумовлюють можливість побудови із різними технологічними та агротехнічними вимогами траєкторії руху живильних та протруювальних розчинів в електричному полі, що дає можливість ефективного керування процесом нанесення, забезпечують при цьому якісну обробку овочевих культур, зменшення втрат робочих розчинів, забруднення навколишнього середовища та підвищує працездатність процесу.*

---

© С. Д. Ващишин, Г. Б. Іноземцев, 2017