

ВПЛИВ МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ВОДОПОГЛИНАННЯ НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

В. В. КОЗИРСЬКИЙ, доктор технічних наук
В. В. САВЧЕНКО, кандидат технічних наук
О. Ю. СИНЯВСЬКИЙ, кандидат технічних наук
e-mail: vit1986@ua.fm

Анотація. Проведено дослідження зміни водопоглинання насіння пшениці під дією магнітного поля. Встановлено залежності водопоглинання зерна від характеристик магнітного поля.

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

Передпосівна обробка насіння зернових культур у магнітному полі – енерго- та ресурсозберігаюча технологія, яка дає можливість підвищити врожайність сільськогосподарських культур та якість продукції.

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, а також водопоглинання насіння [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 досліджень – встановлення впливу магнітного поля на водопоглинання насіння.

Матеріали і методика досліджень. Якщо мембрана розділяє два розчини різної концентрації, то, залежно від її проникності, будуть проходити або розчинник, або розчинена речовина, і в результаті процесу дифузії відбувається вирівнювання концентрації [4].

Якщо два розчини різної концентрації розділені мембраною, то вирівнювання концентрації може досягатися за рахунок дифузії молекул води. Молекули води переміщуються в розчин з більшою концентрацією речовини, оскільки мембрана є непроникною для розчиненої речовини [5].

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

Експериментальні дослідження проводилися з пшеницею сорту «Наталка». Насіння переміщували на транспортері через магнітне поле, що створювалося 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.

Контрольне та оброблене у магнітному полі насіння зважували до замочування 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 при магнітній обробці 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, відповідно, 0; 0,65 і 0,130 Тл, для швидкості руху насіння – 0,4; 0,6 і 0,8 м/с.

Результати досліджень. 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 ΔV – об'єм води, який пройшов через мембрану, м³.

Із рівняння (2) отримуємо

$$(C_1 - C_2)V = (C_1 + C_2)\Delta V, \quad (3)$$

звідки

$$\Delta V = \frac{(C_1 - C_2)V}{C_1 + C_2}. \quad (4)$$

Процес дифузії води через мембрану описується законом Фіка:

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

де D – коефіцієнт дифузії, м²/с;

ΔL – товщина мембрани, м.

Звідси маємо:

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

або

$$\frac{\Delta L^2}{D} \frac{d\Delta V}{dt} + \Delta V = \frac{(C_1 - C_2)V}{C_1 + C_2}. \quad (7)$$

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

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

Звідси водопоглинання клітини:

$$\Delta m = \rho \Delta V = \frac{C_1 - C_2}{C_1 + C_2} \rho V \left(1 - e^{-\frac{D}{\Delta L^2} t} \right), \quad (9)$$

де ρ – густина води, кг/м³.

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

$$D = k_{\partial} a^2 e^{-\frac{E_a}{kT}}, \quad (10)$$

де k_{∂} – коефіцієнт, с⁻¹;

a – міжатомна відстань, м;

E_a – енергія активації дифузії, Дж;

k – стала Больцмана, Дж/К;

T – абсолютна температура, К.

При дії магнітного поля розмір пори в мембрані зростає і буде становити $a + K_M \frac{\Delta B}{\Delta L}$, 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 при зміні магнітної індукції від 0 до 0,065 Тл, водопоглинання насіння пшениці зростає, а при подальшому збільшенні магнітної індукції починає зменшуватися (рис. 1). Встановлено, що

при магнітній індукції, що перевищує 0,130 Тл, водопоглинання змінюється неістотно і становить для насіння пшениці 11,5 % (у контролі – 8,2 %).

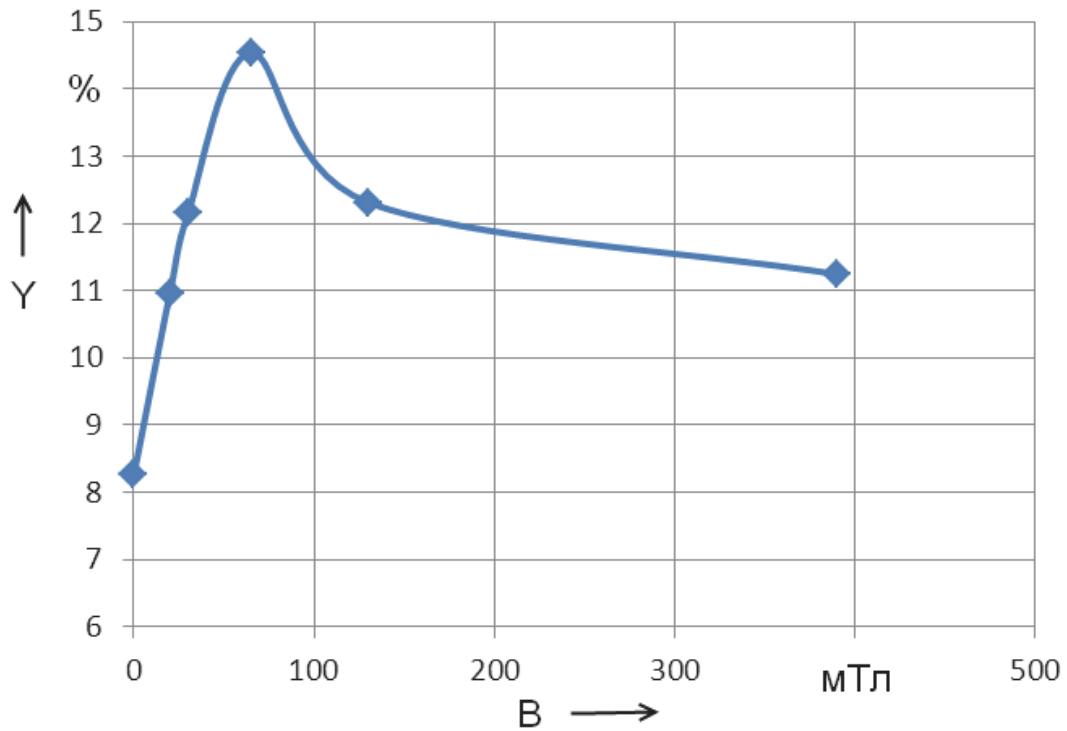


Рис. 1. Залежність питомого водопоглинання насіння пшениці від магнітної індукції

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

$$Y = 8,894 + 154,53B - 1,028v - 33,333Bv - 844,181B^2. \quad (12)$$

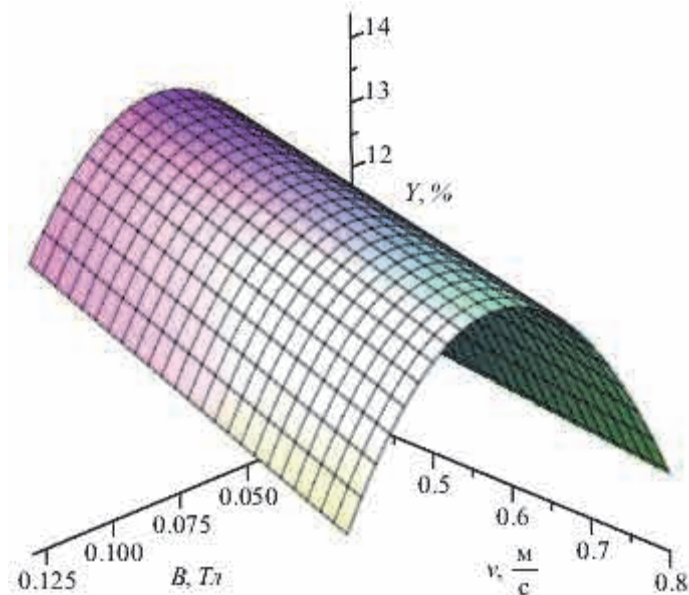


Рис. 2. Зміна питомого водопоглинання при обробці насіння пшениці в магнітному полі

Встановлено, що водопоглинання насіння пшениці максимальне при магнітній 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 при швидкості 0,4 м/с.

Висновки

На основі проведених досліджень встановлено, що водопоглинання насіння пшениці при магнітній обробці залежить від квадрата магнітної індукції та 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. Сидорцов И. Г. Повышение эффективности воздействия постоянного магнитного поля на семена зерновых культур при их предпосевной обработке : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук : спец. 05.20.02 «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве» / И. Г. Сидорцов. – зерноград, 2008. – 18 с.
2. Агрохимия / [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. – 2014. – Вип. 194, ч. 1. – С. 16–20.
6. Адлер Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. – 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). *Vliyanie magnitnogo polya na diffuziyu molekul cherez kletochnuyu 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 polia 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 ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

**В. В. Козырский,
В. В. Савченко,
А. Ю. Синявский**

***Аннотация.** Проведено исследование изменения водопоглощение семян пшеницы под действием магнитного поля. Установлены зависимости водопоглощение зерна от характеристик магнитного поля.*

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

EFFECT OF MAGNETIC FIELD ON WATER ABSORPTION OF CEREAL SEEDS

**V. Kozyrsky,
V. Savchenko,
A. Sinyavsky**

***Abstract.** The changes in water absorption of wheat seeds under the influence of a magnetic field was carried out. The dependences of the water absorption of the wheat from the magnetic field characteristics was established.*

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