

УДК 621.313.8: 631.53.027

ВПЛИВ МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ВОДОПОГЛИНАННЯ НАСІННЯ ПШЕНИЦІ

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

В. О. Гулійчук, студент магістратури

ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут»

E-mail: vit1986@ua.fm

Анотація. Метою досліджень було встановлення впливу магнітного поля на водопоглинання насіння пшениці. 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.

При зміні магнітної індукції від 0 до 0,065 Тл, водопоглинання насіння зростає, а за подальшого її збільшенні 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 пшениці збільшилося на 6 % порівняно з контролем.

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

Актуальність. Застосування електротехнологій дає можливість підвищити урожайність сільськогосподарських культур без застосування хімічних засобів, що є актуальним завданням.

Передпосівна обробка насіння сільськогосподарських 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 досліджень – встановлення впливу магнітного поля на водопоглинання насіння пшениці.

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 насінням пшениці сорту «Наталка». Насіння переміщували на транспортері через магнітне поле, що створювалося чотирма парами постійних магнітів із 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 0,4 – 0,8 м/с зміною частоти обертання приводного двигуна транспортера 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 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, відповідно, 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 ΔV – об'єм води, який пройшов через мембрану, м³.

Із рівняння (2) отримаємо

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

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, $\text{м}^2/\text{с}$; ΔL – товщина мембрани, м.

Звідси маємо:

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

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

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

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

де k_{δ} – 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 зросте 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 :

$$\Delta m = \frac{C_1 - C_2}{C_1 + C_2} \rho V \left(1 - e^{-\frac{k_{\partial} (a + K_M \frac{\Delta B}{\Delta L})^2 e^{-\frac{E_a}{kT}}}{\Delta L^2} t} \right) \quad (10)$$

Експериментально встановлено, що за 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, яка перевищує 0,130 Тл, водопоглинання змінюється неістотно і становить для насіння пшениці 11,5 % (у контролі – 8,3 %).

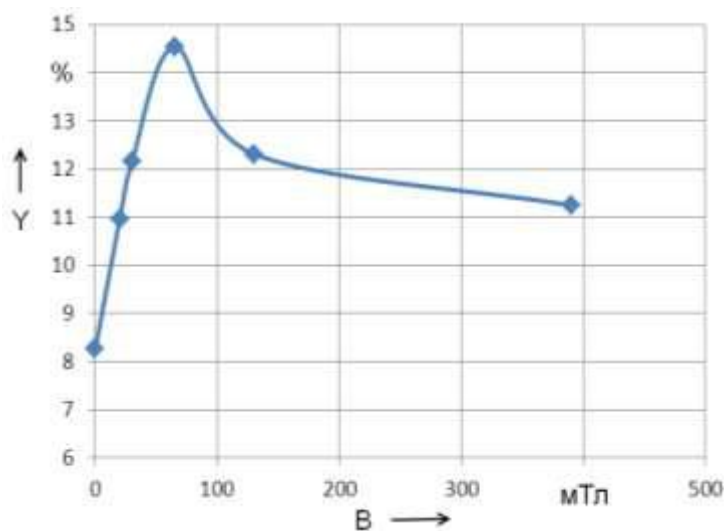


Рис. 1. Залежність питомого водопоглинання насіння пшениці від магнітної індукції

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

$$Y = 8,894 + 154,53B - 1,028v - 33,333Bv - 844,181B^2. \quad (11)$$

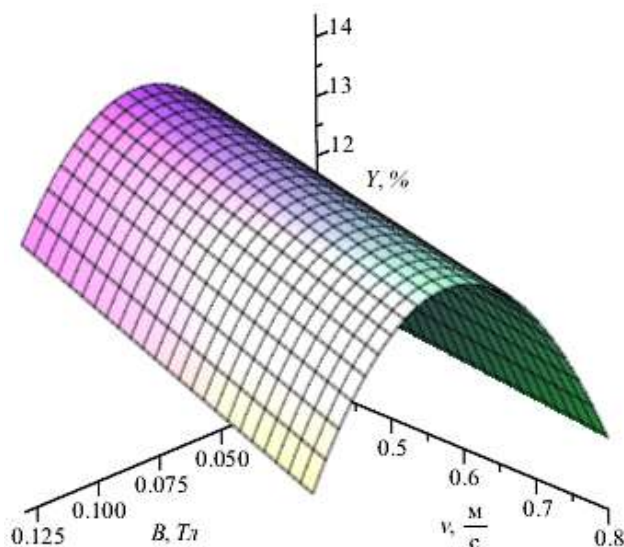


Рис. 2. Зміна питомого водопоглинання при обробці насіння пшениці в магнітному полі

Максимальне водопоглинання насіння пшениці було 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.

Висновки

На основі проведених досліджень встановлено, що водопоглинання насіння пшениці 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. За такого режиму обробки водопоглинання насіння пшениці збільшилося на 6 % порівняно з контролем.

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). *Agrokhimiya* [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 visnyi 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]. Moscow: Nauka, 278.

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ВОДОПОГЛОЩЕНИЕ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ

В. В. Савченко, А. Ю. Синявский

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

На основе проведенных теоретических и экспериментальных исследований установлено, что водопоглощение семян при предпосевной обработке 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 незначительно 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 пшеницы увеличилось на 6 % по сравнению с контролем.

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

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 wheat seeds.*

On the basis of theoretical and experimental studies have established that water absorption of seeds at pre-sowing treatment in a magnetic field depends on the square of the magnetic induction and speed of seed motion in the magnetic field. When 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 wheat seeds increased by 6 % compared with control.

Key words: *magnetic induction, the speed of grain, diffusion of molecules, cell membrane, water absorption, wheat*