ВПЛИВ МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ПОСІВНІ ЯКОСТІ НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

В. В. Савченко, кандидат технічних наук, доцент

E-mail: vit1986@ua.fm

О. Ю. Синявський, кандидат технічних наук, доцент

E-mail: sinyavsky2008@ukr.net

Національний університет біоресурсів і природокористування України

В. Я. Бунько, кандидат технічних наук, доцент

О. В. Макаров, Н. Я. Ковальчук, студенти магістратури

ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут»

Анотація. *Застосування передпосівної обробки насіння в магнітному полі дає можливість підвищити врожайність сільськогосподарських культур, зменшити захворюваність рослин, підвищити біохімічні показники рослин і якість продукції.*

При обробці насіння в магнітному полі зростає швидкість хімічних реакцій, транспорт іонів, проникність мембран, водопоглинання насіння та концентрація в клітинах кисню, що сприяє покращенню посівних якостей насіння.

Встановлено, що зміна посівних якостей насіння при їх обробці в магнітному полі залежить від квадрата магнітної індукції, градієнта магнітного поля і швидкості руху насіння.

При зміні магнітної індукції від 0 до 0,065 Тл енергія проростання і схожість насіння зростають, а при подальшому збільшенні магнітної індукції починають зменшуватися. На зміну посівних якостей насіння впливає швидкість їх руху в магнітному полі та градієнт магнітного поля, хоча вони є менш значущими факторами, ніж магнітна індукція. Кращі результати були при менших значеннях швидкості і більшому градієнті магнітного поля.

Найбільш ефективним режимом передпосівної обробки насіння в магнітному полі є магнітна індукція 0,065 Тл при чотирикратному перемагнічуванні, градієнті магнітного поля 0,57 Тл/м і швидкості руху 0,4 м/с.

При такому режимі передпосівної обробки насіння в магнітному полі енергія проростання зернових культур порівняно з контролем збільшилася на 16 – 50 %, а схожість – на 10 – 38 %.

Ключові слова: *насіння, магнітна індукція, швидкість руху насіння, градієнт магнітного поля, енергія проростання, схожість*

Актуальність. Нині важливим завданням є підвищення врожайності сільськогосподарських культур та зменшення захворюваності рослин без застосування хімічних засобів.

Одним із шляхів вирішення цього завдання є застосування електрофізичних методів обробки зерна, одним із яких є передпосівна обробка насіння в магнітному полі.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Нині багатьма дослідниками встановлено позитивний вплив постійного магнітного поля на насіння сільськогосподарських культур при передпосівній обробці [1]. Застосування передпосівної обробки насіння в магнітному полі дає можливість підвищити врожайність сільськогосподарських культур, зменшити захворюваність рослин, підвищити біохімічні показники рослин і якість продукції.

Установки, які застосовуються для передпосівної обробки насіння в магнітному полі, характеризуються високою продуктивністю, малим споживанням енергії, є безпечними для обслуговуючого персоналу і навколишнього середовища [2].

Для успішного впровадження технології передпосівної обробки насіння в магнітному полі необхідно встановити всі діючі фактори і визначити їх оптимальні значення.

Мета дослідження – встановлення впливу магнітного поля на посівні якості насіння зернових культур при передпосівній обробці.

Матеріали і методи дослідження. Експериментальні дослідження впливу магнітного поля на енергію проростання і схожість насіння проводили з насінням пшениці сорту «Наталка», жита сорту «Харківський 98», ячменю сорту «Солнцедар», кукурудзи сорту «Зоря 123», вівса сорту «Деснянський».

Насіння переміщували на транспортері через магнітне поле, що створюються чотирма парами постійних магнітів, 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. Полюсну поділку змінювали за рахунок зміни відстані між магнітами. Швидкість руху насіння через магнітне поле регулювали зміною частоти обертання приводного двигуна транспортерної стрічки за допомогою перетворювача частоти.

Оброблене в магнітному полі насіння пророщували і визначали енергію проростання і схожість [3].

Дослідження проводили методом планування експерименту. Для цього застосовувався план Бокса – Бенкіна. На основі проведених однофакторних експериментів були встановлені значення нижнього, основного та верхнього рівня фактора, які відповідно становили для магнітної індукції відповідно 0; 0,065 і 0,13 Тл, для швидкості руху насіння – 0,4; 0,6 і 0,8 м/с, полюсної поділки 0,14; 0,23 і 0,32 м.

Результати досліджень та їх обговорення. При обробці насіння в магнітному полі зростає швидкість хімічних і біохімічних реакцій, що протікають в клітинах [3]:

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

де ω – швидкість хімічної реакції без дії магнітного поля, моль/(л·с); m – зведена маса іонів, кг; B – магнітна індукція, Тл; v – швидкість руху іона, м/с; K – коефіцієнт, який залежить від концентрації і виду іонів, а також кількості переманічуванням, м/(с·Тл); N_a – число Авогадро, молекул/моль; R – універсальна газова стала, Дж/моль·К; T – температура розчину, К.

Під дією магнітного поля підвищується розчинність солей і кислот, внаслідок чого змінюються рН і біопотенціал.

Зростання проникності клітинних мембран прискорює дифузію через іонів та молекул [4], збільшує водопоглинання насіння [5], а також концентрацію в клітинах рослин кисню [6]:

$$\Delta C = \frac{\left(C_{1O_2} - C_{2O_2}\right) e^{\frac{K^2 B^2 + K_2 B v}{L^2}} - \frac{2k_d(a + K_m B/\tau)^2 e^{-\frac{E_a}{kT}}}{L^2}}{2} (1 - e^{\dots}), \quad (2)$$

де C_{1O_2}, C_{2O_2} – відповідно концентрації молекул кисню в клітинах, розділених мембраною, мг/л; k_d – коефіцієнт, $з^{-1}$; a – розмір пори, м; L – товщина мембрани, м; τ – полюсна поділлка, м; E_a – енергія активації дифузії, Дж; k – стала Больцмана, Дж/К; T – абсолютна температура, К.

Внаслідок дії цих факторів збільшується енергія проростання та схожість насіння.

Експериментальні залежності енергії проростання насіння від магнітної індукції, полюсної поділки і швидкості руху в магнітному полі показані на рис. 1. При зміні магнітної індукції від 0 до 0,065 Тл енергія проростання насіння зростає, а при подальшому збільшенні магнітної індукції починає зменшуватися. При магнітній індукції, що перевищує 0,13 Тл, енергія проростання змінюється несуттєво, але є більшою, ніж в контролі.

Збільшення градієнта магнітного поля (зменшення полюсної поділки) та зменшення швидкості руху насіння призводять до зростання енергії проростання.

Рис. 1. Залежність енергії проростання насіння вівса від магнітної індукції та швидкості руху насіння в магнітному полі при полюсній поділці:

$a - 0,14$ м; $б - 0,23$ м; $в - 0,32$ м

За результатами багатфакторного експерименту отримане рівняння регресії для енергії проростання насіння вівса, яке у фізичних величинах має вигляд:

$$E = 42.6 + 6781B - 2.5v - 9.7\tau - 153.9Bv - 213.7B\tau - 3461.5B^2. \quad (3)$$

При передпосівній обробці насіння в магнітному полі з індукцією 0,065 Тл, полюсній поділці 0,23 м і швидкості руху насіння 0,4 м/с енергія проростання насіння пшениці збільшувалася на 50 %, ячменю – 42 %, жита – на 16 %, кукурудзи – 24 %, вівса – 26 %.

Залежності схожості насіння вівса від магнітної індукції і швидкості руху в магнітному полі показані на рис. 2. При зміні магнітної індукції від 0 до 0,065 Тл схожість насіння зростає, а при подальшому збільшенні магнітної індукції починає зменшуватися. При магнітній індукції понад 0,13 Тл схожість насіння практично не змінювалася, але була вищою, ніж в контролі. Швидкість руху насіння та градієнт магнітного поля є менш значущими факторами, ніж магнітна індукція.

Рис. 2. Залежність схожості насіння вівса від магнітної індукції та швидкості руху насіння в магнітному полі при полюсній поділці:

a – 0,14 м; *б* – 0,23 м; *в* – 0,32 м

За результатами багатофакторного експерименту отримано для схожості насіння вівса рівняння регресії, яке у фізисних величинах має вигляд:

$$G = 64.5 + 636.5B + 1.25v - 16.7\tau - 192Bv - 341.9B\tau - 2899.4B^2. \quad (4)$$

При передпосівній обробці насіння у магнітному полі з індукцією 0,065 Тл, полюсній поділці 0,23 м і швидкості руху насіння 0,4 м/с схожість насіння пшениці

збільшувалася на 22 %, ячменю – 38 %, жита – на 10 %, кукурудзи – 28 %, вівса – 26 %.

Висновки. На основі проведених досліджень встановлено, що енергія проростання та схожість насіння при передпосівній обробці в магнітному полі залежать від квадрата магнітної індукції, градієнта магнітного поля і швидкості руху насіння. Найбільш ефективний режим обробки має місце при магнітній індукції 0,065 Тл, чотирикратному перемагнічуванні, градієнті магнітного поля 0,57 Тл/м (полюсній поділці 0,23 м) і швидкості руху насіння 0,4 м/с. При такому режимі передпосівної обробки насіння в магнітному полі енергія проростання зернових культур порівняно з контролем збільшилася на 16 – 50 %, а схожість – на 10 – 38 %.

Список використаних джерел

1. Григорьева О. Способы подготовки семян к посеву / О. Григорьева // ЛесПром . – 2014. – №6 (104). – С. 176-177.
2. Жолобова М.В. Анализ установок для предпосевной обработки семян / М.В. Жолобова// Научный журнал КубГАУ. – 2012 . – №83 (09). – С. 1-10.
3. Kozyrskyi V., Savchenko V., Sinyavsky O. Presowing Processing of Seeds in Magnetic Field // Handbook of Research on Renewable Energy and Electric Resources for Sustainable Rural Development. – IGI Global, 2018. – P. 576 – 620.
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. Савченко В. В. Водопоглощение семян зерновых культур при предпосевной обработке в магнитном поле / В. В. Савченко, А. Ю. Синявский // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – Вып.2. – С. 89 – 93.
6. Савченко В. В. Вплив магнітного поля на дифузію молекул кисню через клітинну мембрану / В. В. Савченко, О. Ю. Синявський // Енергетика та комп'ютерно-інтегровані технології в АПК. – 2014. – № 2(2). – С. 31 – 32.

References

1. Grigor'yeva, O. Sposoby podgotovki semyan k posevu [Methods for preparing of seeds for sowing]. Les Prom, 2014. No. 6 (104). – Page 176-177.
2. Zholobova, M.V. Analiz ustanovok dlya predposevnoy obrabotki semyan [Analysis of plants for presowing seed treatment]. Nauchnyy zhurnal KubGAU. 2012. Vol. 83 (09). – Page 1-10.
3. Kozyrskyi, V., Savchenko, V., Sinyavsky O. Presowing Processing of Seeds in Magnetic Field. Handbook of Research on Renewable Energy and Electric Resources for Sustainable Rural Development. IGI Global, 2018. – Page 576-620.

4. Kozyrskiy, V. V., Savchenko, V. V. Sinyavsky, A. Yu. 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. 2014. No. 2 (15). – Page 16–19.

5. Savchenko, V. V., Sinyavsky, A. Yu. Vodopogloshcheniye semyan zernovykh kul'tur pri predposevnoy obrabotke v magnitnom pole [Water absorption of seeds of grain crops during presowing treatment in a magnetic field]. Innovatsii v sel'skom khozyaystve. 2017. Vol.2. – Page 89 – 93.

6. Savchenko, V. V., Sinyavsky, A. Yu. Vplyv mahnitnoho polia na dyfuziiu molekul kysniu cherez klitynnu membranu [Influence of the magnetic field on the diffusion of oxygen molecules through a cell membrane]. Enerhetyka ta komp'uterno-intehrovani tekhnolohii v APK. 2014. No 2 (2). – Page 31 – 32.

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

***В. В. Савченко, А. Ю. Синявский, В. Я Бунько, О. В. Макаров,
Н. Я. Ковальчук***

Аннотация. *Применение предпосевной обработки семян в магнитном поле дает возможность повысить урожайность сельскохозяйственных культур, уменьшить заболеваемость растений, повысить биохимические показатели растений и качество продукции.*

При обработке семян в магнитном поле возрастает скорость химических реакций, транспорт ионов, проницаемость мембран, водопоглощения семян и концентрация в клетках кислорода, что способствует улучшению посевных качеств семян.

Установлено, что изменение посевных качеств семян при их обработке в магнитном поле зависит от квадрата магнитной индукции, градиента магнитного поля и скорости движения семян.

При изменении магнитной индукции от 0 до 0,065 Тл энергия прорастания и всхожесть семян возрастают, а при дальнейшем увеличении магнитной индукции начинают уменьшаться. На изменение посевных качеств семян влияет скорость их движения в магнитном поле и градиент магнитного поля, хотя они являются менее значимыми факторами, чем магнитная индукция. Лучшие результаты были при меньших значениях скорости и большем градиенте магнитного поля.

Наиболее эффективным режимом предпосевной обработки семян в магнитном поле является магнитная индукция 0,065 Тл при четырехкратном перемагничивании, градиенте магнитного поля 0,57 Тл/м и скорости движения 0,4 м/с.

При таком режиме предпосевной обработки семян в магнитном поле энергия прорастания зерновых культур по сравнению с контролем увеличилась на 16 – 50 %, а всхожесть – на 10 – 38 %.

Ключевые слова: *семена, магнитная индукция, скорость движения семян, градиент магнитного поля, энергия прорастания, всхожесть*

INFLUENCE OF MAGNETIC FIELD ON SOWING QUALITIES OF GRAIN CROPS SEEDS

V. Savchenko, A. Sinyavsky, V. Bunko, O. Makarov, N. Kovalchuk

Abstract. *The use of pre-sowing treatment of seeds in a magnetic field makes it possible to increase crop yields, reduce plant morbidity, improve plant biochemical parameters and product quality.*

During seed treatment in a magnetic field, the rate of chemical reactions, ion transport, membrane permeability, seed water absorption and oxygen concentration in the cells increase, which contributes to the improvement of seed sowing qualities.

It is established that the change of sowing qualities of seeds during their treatment in a magnetic field depends on the square of magnetic induction, the gradient of the magnetic field and the velocity of movement of seeds.

With a change in magnetic induction from 0 to 0.065 T germination energy and seed germination increase, and with a further increase in magnetic induction begin to decrease. The change in sowing qualities of seeds is influenced by the velocity of their movement in the magnetic field and the gradient of the magnetic field, although they are less significant factors than magnetic induction. The best results were at lower velocity values and a larger magnetic field gradient.

The most effective mode of pre-sowing seed treatment in a magnetic field is a magnetic induction of 0.065 T with four re-magnetization, a magnetic field gradient of 0.57 T m and a velocity of 0.4 m/s.

With this mode of pre-sowing treatment of seeds in a magnetic field, the germination energy of cereals compared to the control increased by 16 – 50 %, and germination - by 10 – 38 %.

Key words: *seeds, magnetic induction, seed velocity, magnetic field gradient, germination energy, germination*