

ВПЛИВ МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ПОСІВНІ ЯКОСТІ НАСІННЯ ЛЬОНУ

В. В. Савченко, кандидат технічних наук, доцент

E-mail: vit1986@ua.fm

О. Ю. Синявський, кандидат технічних наук, доцент

E-mail: sinyavsky2008@ukr.net

І. М. Болбот, доктор технічних наук, доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Анотація. *Застосування передпосівної обробки насіння льону в магнітному полі дає можливість підвищити врожайність, зменшити захворюваність рослин, підвищити їх біохімічні показники та якість продукції.*

При обробці насіння льону 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 льону 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 льону зростають, а при подальшому збільшенні магнітної індукції починають зменшуватися. На зміну посівних якостей насіння льону 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 льону в магнітному полі є магнітна індукція 0,065 Тл при чотирикратному перемагнічуванні, градієнті магнітного поля 0,57 Тл/м та швидкості руху 0,4 м/с.

При такому режимі передпосівної обробки насіння льону в магнітному полі енергія проростання насіння порівняно з контролем збільшилася на 30 %, а схожість – на 26 %.

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

Актуальність. *Нині значно підвищився інтерес до вирощування льону, оскільки він є цінною технічною культурою [1]. Для підвищення ефективності вирощування льону необхідно забезпечити збільшення врожайності та зменшення захворюваності рослин без застосування хімічних засобів.*

Одним із шляхів вирішення цього завдання є застосування електрофізичних методів обробки насіння, 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 льону при передпосівній обробці [2]. Застосування передпосівної обробки насіння в магнітному полі дає можливість підвищити врожайність льону, 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 [3].

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

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

Матеріали і методи дослідження. Експериментальні дослідження впливу магнітного поля на енергію проростання і схожість насіння льону проводили з насінням льону сорту «Гладіатор».

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. 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 [4].

Дослідження проводили методом планування експерименту [5]. Для цього застосовувався ортогональний центральньо-композиційний план (таблиця). За фактори приймали магнітну індукцію (X_1) та швидкість руху насіння (X_2).

1. Матриця планування експерименту при магнітній обробці насіння льону

| Номер точки | Тип точки | X_0 | X_1 | X_2 | $X_1' = X_1^2 - a$ | $X_2' = X_2^2 - a$ | $X_1 X_2$ |
|-------------|----------------------|-------|-----------|-----------|--------------------|--------------------|-----------|
| 1 | Ядро плану ПФЕ 2^2 | + | - | - | $1-a$ | $1-a$ | + |
| 2 | | + | + | - | $1-a$ | $1-a$ | - |
| 3 | | + | - | + | $1-a$ | $1-a$ | - |
| 4 | | + | + | + | $1-a$ | $1-a$ | + |
| 5 | Зіркові точки | + | $-\alpha$ | 0 | $\alpha^2 - a$ | $-a$ | 0 |
| 6 | | + | $+\alpha$ | 0 | $\alpha^2 - a$ | $-a$ | 0 |
| 7 | | + | 0 | $-\alpha$ | $-a$ | $\alpha^2 - a$ | 0 |
| 8 | | + | 0 | $+\alpha$ | $-a$ | $\alpha^2 - a$ | 0 |
| 9 | Центр плану | + | 0 | 0 | $-a$ | $-a$ | 0 |

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.

Обробку даних багатфакторного експерименту проводили за відомою методикою [4].

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 переміщення, 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 них іонів та молекул [6], збільшує водопоглинання насіння [7], а також концентрацію в клітинах рослин кисню [8]:

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

де C_{1O_2}, C_{2O_2} – відповідно концентрації молекул кисню в клітинах, розділених мембраною, мг/л; k_d – коефіцієнт, z^{-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 льону від магнітної індукції і швидкості руху в магнітному полі показані на рис. 1. При зміні магнітної індукції від 0 до 0,065 Тл енергія проростання насіння льону 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.

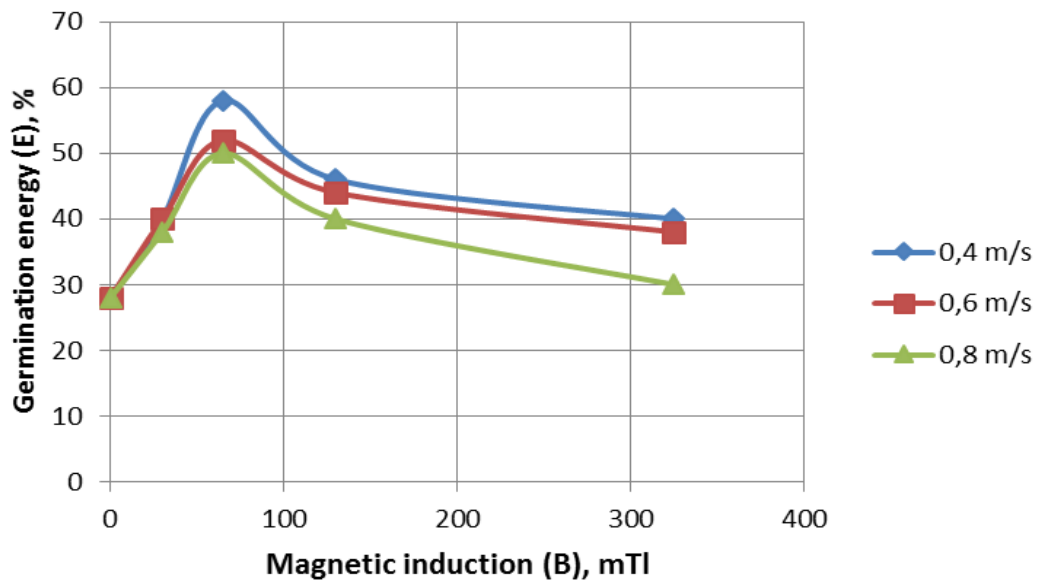


Рис. 1. Залежність енергії проростання насіння льону від магнітної індукції та швидкості руху насіння в магнітному полі

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

$$E = 29,72 + 769,23B - 2,5v - 115,39Bv - 4458B^2 \quad (3)$$

При передпосівній обробці насіння в магнітному полі з індукцією 0,065 Тл, при полюсній поділці 0,23 м і швидкості руху насіння 0,4 м/с енергія проростання насіння льону збільшувалася на 30 %.

Залежності схожості насіння льону 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.

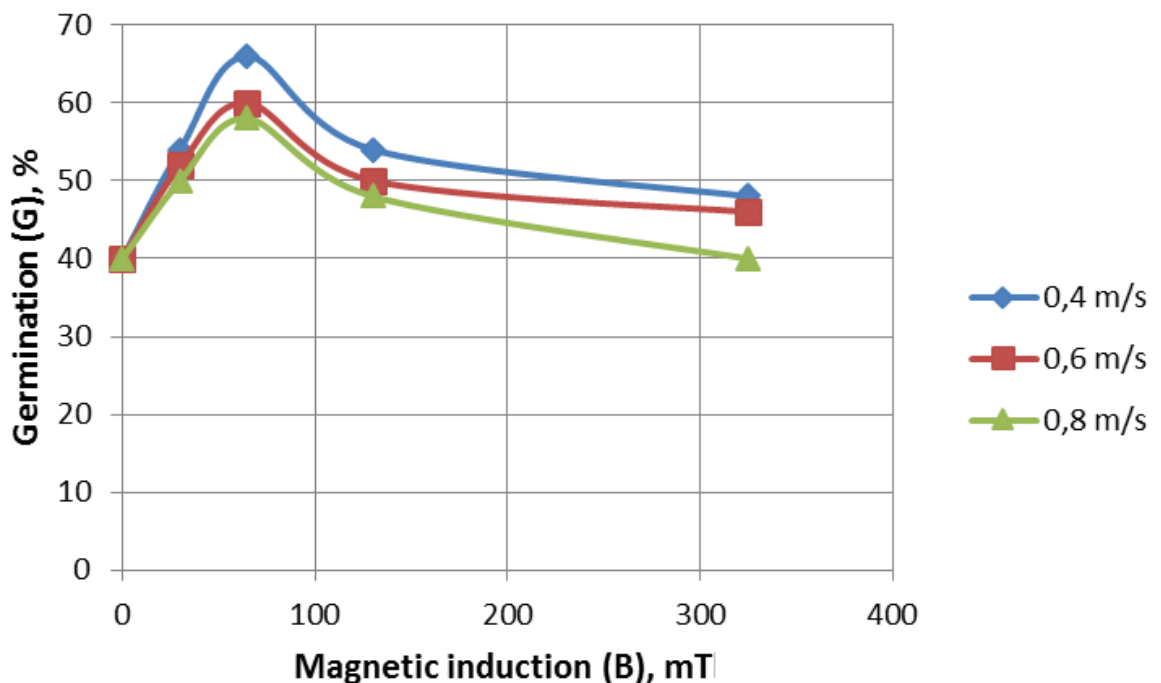


Рис. 2. Залежність схожості насіння льону від магнітної індукції та швидкості руху насіння в магнітному полі

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

$$G = 42,14 + 653,42B - 4,31 v - 121,8 Bv - 3826 B^2. \quad (4)$$

При передпосівній обробці насіння льону у магнітному полі з індукцією 0,065 Тл, при полюсній поділці 0,23 м і швидкості руху насіння 0,4 м/с схожість насіння льону збільшувалася на 26 %.

Висновки і перспективи. На основі проведених досліджень встановлено, що енергія проростання та схожість насіння льону при передпосівній обробці в магнітному полі залежать від квадрата магнітної індукції, градієнта магнітного поля та 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 насіння льону порівняно з контролем збільшилася на 30 %, а схожість – на 26 %.

Список використаних джерел

1. Пушкар Г. О., Семак Б. Д. Використання лляного волокна для формування асортименту інтер'єрного текстилю. Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. 2012. № 2(64). С. 91 – 97.
2. Кутис С. Д., Кутис Т. Л. Электромагнитные технологии в растениеводстве. Ч. 1. Электромагнитная обработка семян и посадочного материала. М.: RIDERO, 2017. 49 с.
3. Жолобова М. В. Анализ установок для предпосевной обработки семян. Научный журнал КубГАУ. 2012 . №83 (09). С. 1-10.
4. 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.
5. Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: Наука, 1976. 278 с.
6. 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.
7. 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.
8. 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. Pushkar, H. O., Semak, B. D. (2012). Vykorystannia llianoho volokna dlia formuvannia asortymentu interiernoho tekstyliu [The use of flax fiber to form the range of interior textiles]. Visnyk Kyivskoho natsionalnogo universytetu tekhnolohii ta dyzainu, 2(64), 91 – 97.
2. Kutis, S.D., Kutis, T.L. (2017). Electromagnetic technologies in crop production. Part 1. Electromagnetic treatment of seeds and planting material. Moscow: Ridero, 49.

3. Zholobova, M.V. (2012). Analiz ustanovok dlya predposevnoy obrabotki semyan [Analysis of plants for presowing seed treatment]. Nauchnyy zhurnal KubGAU, 83(09), 1-10.

4. Kozyrskiy, V., Savchenko, V., Sinyavsky O. (2018). Presowing Processing of Seeds in Magnetic Field. Handbook of Research on Renewable Energy and Electric Resources for Sustainable Rural Development. IGI Global, 576-620.

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

6. Kozyrskiy, V. V., Savchenko, V. V. Sinyavsky, A. Yu. (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.

7. Savchenko, V. V., Sinyavsky, A. Yu. (2017). 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, 2, 89 – 93.

8. Savchenko, V. V., Sinyavsky, A. Yu. (2014). 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'yuterno-intehrovani tekhnolohii v APK, 2 (2), Page 31 – 32.

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН ЛЬНА

В. В. Савченко, А. Ю. Синявский, И. М. Болбот

Аннотация. *Применение предпосевной обработки семян льна в магнитном поле позволяет повысить урожайность, снизить заболеваемость растений, повысить их биохимические показатели и качество продукции.*

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

Установлено, что изменение посевных качеств семян льна 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 льна возрастают, а при дальнейшем увеличении магнитной индукции начинают уменьшаться. На изменение посевных качеств семян льна влияет скорость их движения в магнитном поле и градиент магнитного поля, хотя они являются менее значимыми факторами, чем магнитная индукция. Лучшие результаты были получены при меньших значениях скорости и большем градиенте магнитного поля.

Наиболее эффективным режимом предпосевной обработки семян льна 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 льна в магнитном поле энергия прорастания семян по сравнению с контролем увеличилась на 30 %, а всхожесть – на 26 %.

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

INFLUENCE OF MAGNETIC FIELD ON SOWING QUALITY OF FLAX SEEDS

V. Savchenko, A. Sinyavsky, I. Bolbot

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

When treatment flax seeds 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 flax seeds during their treatment in a magnetic field depends on the square of magnetic induction, the gradient of the magnetic field and the movement velocity of seeds.

With a change in magnetic induction from 0 to 0.065 T germination energy and germination of flax seeds increase, and with a further increase in magnetic induction begin to decrease. The change in sowing qualities of flax 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 treatment of flax seeds in a magnetic field is a magnetic induction of 0.065 T with four-fold 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 flax seeds in a magnetic field, the energy of seed germination increased by 30 % compared to the control, and germination - by 26 %.

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