

**ВПЛИВ ЧАСТОТИ ЗМІННОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ НА
ПРОРОСТАННЯ І РІСТ НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР**

І. М. Соловей, кандидат технічних наук, доцент

Н. П. Семенова, старший викладач

С. В. Гайдукевич, старший викладач

*Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і
природокористування України "Бережанський агротехнічний інститут"*

E-mail: Iwan70@ukr.net

Анотація. Підвищення врожайності зернових культур та зниження їх собівартості нині залишається актуальною проблемою. Збільшити виробництво та покращити якість продукції можна за рахунок зменшення втрат врожаю через хвороби, грибки та бактерії під час зберігання, а також за умови максимального використання потенційних біологічних можливостей посівного матеріалу. Схожість насіння є одним із основних показників якості посівного матеріалу, до яких відносяться також чистота, посівна придатність і енергія проростання. Електричні поля змінної напруги є одним із перспективних засобів впливу на насіння сільськогосподарських культур.

Мета дослідження – визначення впливу частоти змінного електричного поля на процес проростання і ріст насіння зернових культур для забезпечення ефективного та енергозберігаючого способу передпосівної обробки посадкового матеріалу.

У роботі представлено дослідження впливу частоти змінного електричного поля на проростання та ріст насіння зернових культур. Дослідження проводилося при обробці насіння озимої пшениці.

Обробка насіння пшениці змінним електричним полем проводилася в лабораторних умовах на спеціально розробленій установці із використанням промислового генератора змінної напруги РМ 5106 LF Generator з можливістю регулювати частоту вихідної напруги. До вихідних кінців генератора приєднувались електроди, які розміщені на протилежних сторонах ємності для зерна та ізольовані один від одного. У ємність для зерна засипалися дослідні зразки зерна озимої пшениці та піддавалися обробці змінним електричним полем.

Показано практичну можливість використовувати змінне електричне поле регульованої частоти в електротехнічних системах для обробки насіння озимої пшениці з найбільшою ефективністю. Встановлено позитивний вплив окремих частот змінного електричного поля на підвищення посівних якостей та врожайних властивостей насіння.

Запропонована електротехнологія обробки насіння зернових культур із врахуванням частоти змінного електричного поля вигідно відрізняється від

існуючих. Вона дозволяє давати кращі показники схожості та росту рослин, а відповідно збільшує урожайність зернової продукції при менших витратах енергії.

Ключові слова: частота, змінне електричне поле, витрати енергії, врожайність, потужність

Актуальність. Проростання і ріст насіння є важливими етапами в життєвому циклі рослин, що значною мірою визначають продуктивність сільськогосподарських культур. Схожість насіння є одним із основних показників якості посівного матеріалу, до яких відносяться також чистота, посівна придатність, енергія проростання.

Природні умови не завжди є сприятливими для нормального розвитку зародка, особливо в початковій фазі, тому, як це часто буває, велика кількість життєздатних насінин не володіє необхідною життєздатністю. Цим пояснюється необхідність проведення обов'язкової передпосівної підготовки насіннєвого матеріалу для забезпечення високої схожості як запоруки майбутнього врожаю. Тому в сільськогосподарській практиці і застосовують комплекс заходів, спрямованих на підвищення продуктивності рослин.

Нині увагу дослідників привертає можливість стимулювання цих процесів за допомогою впливу фізичних чинників, зокрема змінних електричних полів. Дослідами встановлено позитивний вплив електричного поля на посівні та врожайні якості насіння зернових культур. Дослідження інтенсифікації життєдіяльності рослин за допомогою електричних полів показали, що така передпосівна обробка насіння може стати важливим фактором підвищення продуктивності рослин [1, 2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. За даними досліджень, у кондиційного насіння зернових культур схожість складає 60-70 % від лабораторної. Отже, велику економічну користь може принести передпосівна підготовка насіння з метою підвищення схожості й, відповідно, врожайності [3, 4].

Багаторічні теоретичні й експериментальні дослідження показали, що зародок можна вивести зі стану біологічного спокою впливом на насіння перед висіванням різними за своєю природою чинниками. Використовуються хімічні, фізичні і біологічні методи передпосівної обробки насіння з метою підвищення їх посівних

якостей і продуктивності майбутніх рослин. Одним із ефективних способів підвищення якості посівного матеріалу є дія на насіння зовнішніх фізичних чинників [5, 6].

Дослідження з інтенсифікації життєдіяльності рослин за допомогою електричних полів показали, що така передпосівна обробка насіння може стати істотним чинником підвищення врожайності рослин.

Дослідження впливу частоти змінного електричного поля на розвиток насіння зернових культур виявляють перспективність цього методу в агротехнологіях. На різних зернових культурах частота електричного поля може мати різний вплив. Вплив змінних низькочастотних електричних полів може сприяти підвищенню енергії проростання насіння, тоді як використання змінного електричного поля високої напруги суттєво допомагає захистити насіння від патогенних мікроорганізмів практично без використання отрутохімікатів [7, 8]. Ці методи значно покращують санітарні умови праці із захисту насіння від хворіб і знижують концентрацію отрутохімікатів у ґрунті, що призводить до підвищення якості продукції рослинництва та покращення стану навколишнього середовища.

Результати сучасних досліджень свідчать, що ефективність методів стимулювання посівних якостей насіння залежить від узгодженості технологічних і структурних параметрів електроустановок та способу їх роботи з фізіологічними показниками і біохімічним складом насіння сільськогосподарських культур [9-11]. Змінне електричне поле може стимулювати метаболічну активність клітин, сприяти інактивації патогенів і підвищувати схожість насіння. Однак питання впливу частоти змінного електричного поля на проростання і ріст насіння зернових культур досі залишаються недостатньо вивченими.

Мета дослідження – визначення впливу частоти змінного електричного поля на процес проростання і ріст насіння зернових культур для забезпечення ефективного та енергозберігаючого способу передпосівної обробки посадкового матеріалу.

Матеріали і методи досліджень. З метою оцінки ефективності обробки насіння зернових культур змінним електричним полем на різних частотах, була

розроблена дослідна установка з можливістю регулювання частоти змінної вихідної напруги. Для обробки змінним електричним полем використовувалося насіння озимої пшениці. Насіння перед експериментом не оброблялося водою та не витримувалося у контрольних умовах.

При створенні вказаної установки були поставлені такі цілі:

- підвищення схожості насіння;
- збільшення росту рослин;
- зниження витрат енергії при обробці.

Обробка насіння пшениці змінним електричним полем проводилася в лабораторних умовах на спеціально розробленій установці із використанням промислового генератора змінної напруги PM 5106 LF Generator з можливістю регулювання частоти вихідної напруги. Діапазон вихідних частот генератора 10 Гц...100 кГц. Вихідна напруга генератора 0...20 В синусоїдальної форми. Зовнішній вигляд генератора зображено на рисунку 1.



Рис. 1. Зовнішній вигляд генератора регульованої частоти PM 5106 LF

Вихідні кінці генератора приєднувалися до алюмінієвих пластин, що розміщувались на протилежних сторонах ємності для зерна. У ємність для зерна

засипалися дослідні зразки зерна озимої пшениці та піддавалися обробці змінним електричним полем.

Ємність для зерна складається із двох ізольованих одна від одної алюмінієвих пластин, які розташовуються на відстані 0,5 см. Внутрішня поверхня покрита ізоляційним матеріалом для запобігання проходження струму між пластинами через дослідні зразки зерна. До алюмінієвих пластин приєднувалися вихідні кінці генератора змінної напруги регульованої частоти. Величина напруги за діючим значення складала 20 В. Така конструкція ємності для зерна дозволяє отримати напруженість електричного поля між пластинами величиною 4000 В/м.

Дослідження проводилося так. У ємність для зерна насипалося зерно озимої пшениці і вмикався генератор. Загальна кількість зернин пшениці для одного дослідного зразка складала 10 одиниць. На генераторі встановлювалася необхідна частота змінної напруги для кожного дослідного зразка. Час обробки складав 2 хвилини.

Результати досліджень та їх обговорення. Після обробки насіння змінним електричним полем його було поміщено у ємність на вологу підставку із вати, яку ставилося на підвіконник з сонячної сторони будівлі.

Дослідження проводилось при використанні 10 зернин озимої пшениці на один дослідний зразок, а час обробки для всіх дослідних зразків складав 2 хвилини. Інтенсивність змінного електричного поля для всіх дослідних зразків також була однаковою. Частота змінного електричного поля задавалася в межах 10 Гц... 100 кГц.

Результати проростання і росту рослин в залежності від частоти змінного електричного поля показано на рисунку 2 та рисунку 3.

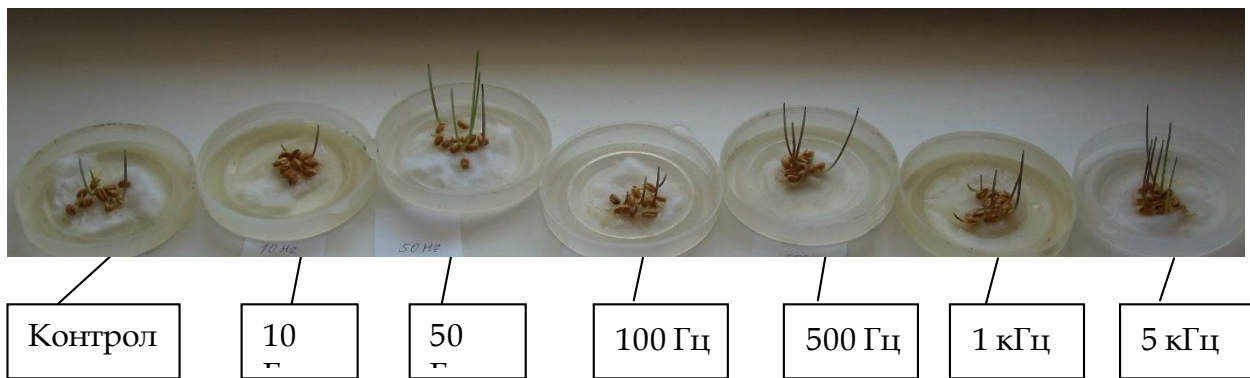


Рис. 2. Проростання і ріст насіння озимої пшениці при обробці змінним електричним полем частотою в межах 0...5 кГц

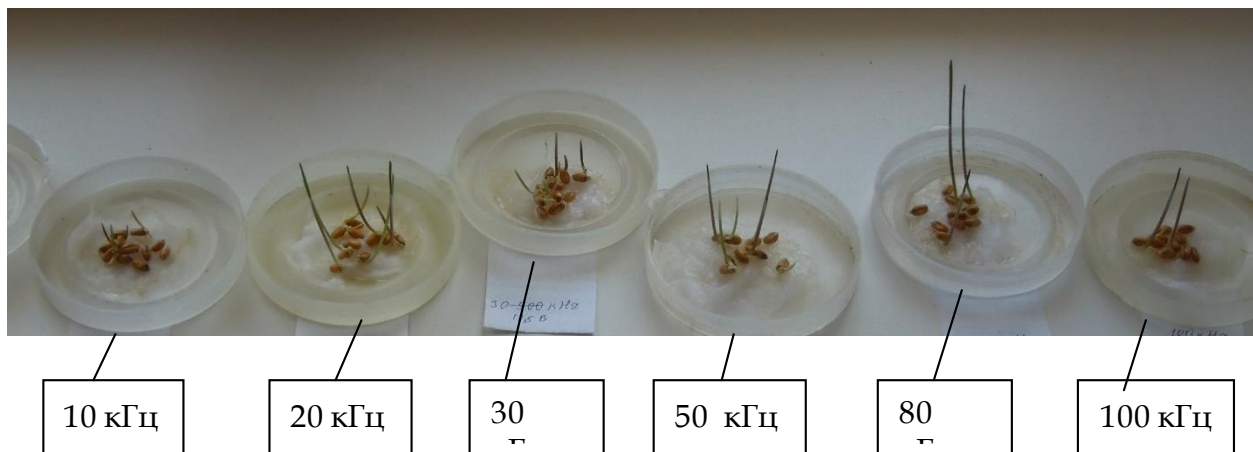


Рис. 3. Проростання і ріст насіння озимої пшениці при обробці змінним електричним полем частотою в межах 10 кГц...100 кГц

У результаті проведених досліджень було виявлено, що частота змінного електричного поля має вплив на проростання і ріст насіння озимої пшениці.

Припускається, що змінне електричне поле стимулює активність ферментів, які беруть участь у диханні клітин і синтезі білків. Також можливий вплив на мембранний потенціал клітин насіння.

Результати досліджень занесено в таблицю 1.

Як показали результатів дослідів, частота змінного електричного поля має різний вплив на проростання і ріст рослин.

Кращі результати росту рослин мають дослідні зразки з частотою обробки: 50 Гц, 500 Гц, 5 кГц, 20 кГц – 80 кГц. А найбільша схожість – при частоті 5 кГц.

1. Результати досліджень при обробці насіння озимої пшениці змінним електричним полем різної частоти

Частота обробки насіння змінним електричним полем, Гц	Показники	
	Схожість, %	Ріст рослин
0	50	-
50	70	Найбільший ріст
100	60	-
500	80	Найбільший ріст
1000	70	-
5000	90	Найбільший ріст
10 000	80	-
20 000	70	-
50 000	80	Найбільший ріст
80 000	60	-
100 000	60	-

Під час проведення дослідів було виявлено, що обробка насіння змінним електричним полем з підвищеною дозою обробки призводить до пригнічення проростання насіння, або й загибелі зародка. Ступінь пригнічення різних дослідних зразків, а також партій насіння відбувається по різному. Тому, для оздоровлення тієї чи іншої партії насіння потрібно проводити його у такому режимі, який не викликає суттєвого зниження схожості.

Висновки і перспективи. Результати проведених пошукових досліджень показали, що змінне електричне поле певних частот позитивно впливає на схожість насіння та надає можливість доводити стан некондиційного насіння до кондиційного за схожістю, що є необхідною умовою сертифікації насіння. Кращі результати для росту рослин дає обробка змінним електричним полем з частотами: 50 Гц, 500 Гц, 5 кГц, 20 кГц – 80 кГц.

Найбільш ефективною частотою за якої відбувалась найбільша схожість насіння озимої пшениці є частота 5 кГц.

Запропонована електротехнологія обробки насіння зернових культур із врахуванням частоти змінного електричного поля вигідно відрізняється від існуючих. Вона дозволяє давати кращі показники схожості та росту рослин, а відповідно і збільшує урожайність зернової продукції при менших витратах енергії.

Список використаних джерел

1. Duarte-Garcia, S., Molina-Torres, G. (2021). Impact of electric fields on seed germination and plant growth in barley. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(6), 5432-5441.
2. Кирпа М.Я., Пащенко Н.О. Методи оцінки якості та особливості передпосівної підготовки насіння зернових культур. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2010. Вип. 9. С. 88-96.
3. Карпов Н.А., Іваненко С.М. Використання мікрохвильових технологій у сільському господарстві. *Вісник агротехнологій*, 2020, №2, с. 12–17.
4. Петров І.В., Сидоренко Л.Г. Електромагнітні поля як фактор впливу на фізіологічні процеси насіння. *Фізіологія рослин*, 2019, №5, с. 30–35.
5. Соловей І.М. Обробка насіння зернових культур у високочастотних електричних полях. *Вчені записки Таврійського Національного університету імені В.І. Вернадського*. Київ: «Гельветика». 2019 р. Вип. 5, С. 12-17.
6. Технологія мікрохвильової обробки насіння сільськогосподарських культур: Методичні рекомендації під ред. О.М. Шевчук, В.В. Пономарьов. Київ: Аграрна наука, 2003. 58 с.
7. Ivan Solovei. Badanie wpływu promieniowania mikrofalowego materiału siewnego na plon zbóż. *Przegląd Elektrotechniczny*, 48 (2021), nr 7, 135-138.
8. Barducci, M., Bianchi, G., Santini, F. (2018). Effects of electromagnetic fields on seed germination and plant growth. *Journal of Plant Physiology*, 174, 123-135.
9. Іноземцев Г. Б., Берека О. М., Окушко О. В., Усенко С. М. Електротехнології обробки сільськогосподарської продукції: навч. посібник; за ред. Г. Б. Іноземцева. К.: «ЦП «КОМПРИНТ»», 2015. 306 с.
10. Vernadsky I., et al. Microwave treatment of seeds: effects on germination and plant growth. *Journal of Applied Physics*, 2021, Vol. 34, pp. 123–129.
11. Volkov A., Ivanov N. Influence of electromagnetic fields on seed germination and crop yield. *Journal of Electromagnetic Research*, 2019, Vol. 27, pp. 87–93.

References

1. Duarte-Garcia, S., Molina-Torres, G. (2021). Impact of electric fields on seed germination and plant growth in barley. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(6), 5432-5441.
2. Кирпа, М. Я., Pashchenko, N. O. (2010). Metody otsinky yakosti ta osoblyvosti peredposivnoi pidhotovky nasinnia zernovykh kultur [Methods of quality assessment and features of pre-sowing preparation of grain seeds]. *Visnyk TsNZ APV Kharkivskoi oblasti*, 9, 88-96.

3. Karpov, N. A., Ivanenko, S. M. (2020). Vykorystannia mikrokhvylovykh tekhnolohii u silskomu hospodarstvi [The use of microwave technologies in agriculture]. *Visnyk ahrotekhnolohii*, 2, 12-17.
4. Petrov I. V., Sydorenko L.H. (2019). Elektromahnitni polia iak factor vplyvu na fiziologichni procesy nasinnia [Electromagnetic fields as a factor influencing the physiological processes of seeds]. *Phiziolohiia roslyn*, 5, 30-35.
5. Solovei I. M. (2019). Obrobka nasinnia zernovykh kultur u vysokochastotnykh elektrychnykh poliakh. *Vcheni zapysky Tavriiskoho Natsionalnoho universytetu imeni V.I. Vernadskoho*. Kyiv: «Helvetyka», 5, 12-17.
6. Shevchuk, O.M., Ponomarov, V.V. (2003). Tekhnolohiia mikrokhvylovoi obrobky nasinnia silskohospodarskykh kultur [Technology of microwave processing of agricultural seeds]. Kyiv. *Ahrarna nauka*, 58.
7. Solovei, I. (2021). . Badanie wplywu promieniowania mikrofalowego materiału siewnego na plon zbóż. *Przegląd Elektrotechniczny*, 48 (7), 135-138.
8. Barducci, M., Bianchi, G., Santini, F. (2018). Effects of electromagnetic fields on seed germination and plant growth. *Journal of Plant Physiology*, 174, 123-135.
9. Inozemtsev, G. B., Bereka, O. N., Okushko, A. V., Usenko S. M. (2015). Elektrotekhnolohii obrobky silskohospodarskoi produktsii [Electrotechnology processing of agricultural products]. Kyiv: «ZP «KOMPRINT»», 306.
10. Vernadsky, I., et al. (2021). Microwave treatment of seeds: effects on germination and plant growth. *Journal of Applied Physics*, 34, 123-129.
11. Volkov, A., Ivanov, N. (2019). Influence of electromagnetic fields on seed germination and crop yield. *Journal of Electromagnetic Research*, 27, 87-93.

THE IMPACT OF FREQUENCY OF ALTERNATING ELECTRIC FIELD ON SEED GERMINATION AND GROWTH OF CEREAL CROPS

I. Solovei, N. Semenova, S. Haidukevych

Abstract. *The challenge with improving cereal crop yields while reducing production costs is still significant today. The similarity within seeds is one of main indicators for assessing the quality of the plating material; others also involve purity, planting compatibility, and germination. Alternating electric fields is a potential method for influencing agricultural crop seeds. This study explores the effect of alternating electric fields at ranging frequencies on crops with the goal of increasing seed germination and plant development. The research focused on the processing of winter wheat.*

The purpose of the research is to determine the influence of the frequency of an alternating electric field on the germination process and growth of grain seeds to ensure an effective and energy-saving method of pre-sowing treatment of planting material.

Wheat seeds were processed with an alternating electric field in a laboratory environment while applying a specifically constructed system that included an industrial alternating voltage generator, the PM 5106 LF Generator, which allows for necessary voltage frequency modifications. At the output ports of the generator, chambers were constructed for the grains to later be processed with an alternating electric field.

We show the wheat processing with the possibility for further practical utilization of an alternating electric field with variable frequencies in electrical structure for winter

wheat processing at the highest efficiency levels. These alternating electric field frequencies have proven to display positive effects on crop yield and quality.

The presented electro technology of processing crops, considering the variable frequencies in alternating electric fields, seems to favorably differ from the already existing ones. This allows for better indicators of similarity and development of the plants and consequently increases the wheat crop yield.

Key words: frequency, alternating electric field, energy consumption, productivity, power