

Соловей І.М.

Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України «Бережанський агротехнічний інститут»

ОБРОБКА НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР У ВИСОКОЧАСТОТНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПОЛЯХ

У статті досліджується вплив високочастотного електричного поля на посадковий матеріал зернових культур. Дослідження проводилося під час обробки насіння кукурудзи. Електричні поля високої напруги є одним із перспективних засобів впливу на насіння сільськогосподарських культур. Одним з напрямків використання високочастотних електричних полів високої напруги є передпосівна обробка насіння, обробка при зберіганні та переробці, вплив на рідини і живильні розчини для збільшення їхньої біологічної активності. Дослідження з впливу високочастотного мікрохвильового електричного поля при опромінюванні насіння зернових культур проводилося з метою збільшення проростання насіння та покращення росту рослин. Експериментальні дослідження проводилися в лабораторних умовах на спеціально розробленій установці із використанням промислового і розробленого джерел високої напруги. Основною складовою частиною установки є джерело високої напруги, яке базується на використанні трансформатора Тесли, вторинна обмотка якого одним кінцем присьодана до заземлення або корпусу, а іншим – до вихідного електрода з плоскою поверхнею. На поверхні електрода утворюються коливання електричного поля, частота дорівнює 1/4 довжини розповсюдження електромагнітної хвилі у провіднику вторинної обмотки високовольтного трансформатора. Величина вихідної напруги між кінцями вихідної обмотки в установці збільшується через входження вихідної обмотки високовольтного трансформатора у L-C резонанс. L-C резонанс у такому трансформаторі досягається завдяки настроюванню параметрів індуктивності та міжвиткової ємності самої вихідної котушки L2 високовольтного трансформатора. Встановлено дози обробки, які дають практичну можливість використання високочастотного електричного поля високої напруги в електротехнічних системах обробки насіння сільськогосподарських культур. Встановлено позитивний вплив високочастотного електричного поля на підвищення посівних якостей та врожайних властивостей насіння.

Ключові слова: мікрохвильове поле, час обробки, врожайність, потужність, частота.

Постановка проблеми. Підвищення врожайності зернових культур і зниження їх собівартості вже довго є актуальною проблемою. Збільшення виробництва й підвищення якості продукції можливо досягнути шляхом зменшення втрат врожаю від хвороб, грибків та бактерій під час зберігання, а також за умови максимального використання потенційних біологічних можливостей насінневого матеріалу.

Проблема забезпечення потреби країни продуктами рослинництва є досить гострим і актуальним питанням. Інтенсивне застосування хімічних засобів для передпосівної обробки насіння, а також використання в землеробстві пестицидів, гербіцидів та мінеральних добрив водночас із підвищенням продуктивності рослин неминуче спричинює низку небажаних явищ екологічного та економічного характеру. Тому вчені і практики з розвинених країн переходять на альтернативні системи землеробства [1].

Застосування отруйних хімікатів для обробки насінневого матеріалу призводить до екологічного

збитку, тому на сучасному етапі розвитку сільськогосподарства все більше уваги спрямовується на використання екологічно чистих методів обробки насіння сільськогосподарських культур з метою збільшення врожайності та покращення зберігання.

Одними з напрямів підвищення врожайності є використання методів і прийомів стимуляції і управління ростовими процесами насіння і рослин, впровадження нових електротехнологій.

Електричні поля високої напруги є одним із перспективних засобів впливу на насіння сільськогосподарських культур. Використовуються електричні поля високої напруги у передпосівній обробці насіння, обробці під час зберігання та переробки.

Результати сучасних досліджень показують, що ефективність методів стимуляції посівних якостей насіння залежить від узгодження технологічних і конструктивних параметрів установок та їх режимів роботи з фізіологічними показниками і біохімічним складом насіння. Увага приділяється елек-

трофізичним методам, які передбачають обробку насіння електромагнітним, іонізуючим, світловим, ультрафіолетовим, лазерним випромінюванням тощо [2]. Але ці методи не набули промислового використання через недостатню чітку відтворюваність отриманих результатів та низьку ефективність у боротьбі зі збудниками хвороб насіння, а деякі є дуже енергоємними. Одним з екологічно чистих способів передпосівної обробки насіння є опромінення його мікрохвильовим полем (далі – МХП) високих частот (далі – ВЧ).

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Аналіз методів активації насіннєвого матеріалу показав, що за допомогою фізичних факторів впливу можна покращувати якість посівного матеріалу. Електромагнітні поля як зовнішні фактори впливу мають низьку перевагу. На базі цих методів вченими розроблені технології і технологічні операції, що дозволяють певною мірою впливати на схожість насіння, адаптивні здібності рослин і їх врожайність. Порівняно з іншими методами стимуляції обробка насіння мікрохвильовим полем високих частот має такі переваги: низьку собівартість, екологічну безпечність, високу ефективність [3; 4].

Постановка завдання. Мета дослідження – забезпечення ефективного та енергозбережного методу передпосівної обробки зернових для підвищення проростання, схожості, стійкості рослин до хвороб, збільшення урожайності культур через

оптимізацію режимів передпосівної обробки насіння основних зернових культур мікрохвильовим полем.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Матеріали та методика досліджень. Для проведення досліджень було розроблено дослідну установку для обробки зерна кукурудзи в змінному електричному полі високої частоти на базі трансформатора Тесли (рис. 1).

Розміщення обмоток вихідного високовольтного трансформатора, як і в трансформаторі Тесла, тобто первинна знаходиться знизу вторинної. Живлення установки здійснюється від джерела постійного струму напругою 16 В при струмі споживання 0,3 А. Основним елементом у дослідній установці є вихідний високовольтний трансформатор, вторинна обмотка якого одним кінцем приєднана до заземлення або корпусу, а іншим – до вихідного електрода з плоскою поверхнею. На поверхні електрода утворюються коливання електричного поля, частота якого дорівнює $1/4$ довжини розповсюдження електромагнітної хвилі у провіднику вторинної обмотки високовольтного трансформатора. Величина вихідної напруги між кінцями вихідної обмотки в установці збільшується через входження вихідної обмотки високовольтного трансформатора у L-C резонанс. L-C резонанс у такому трансформаторі досягається завдяки налаштуванню параметрів індуктивності та міжвиткової ємності самої

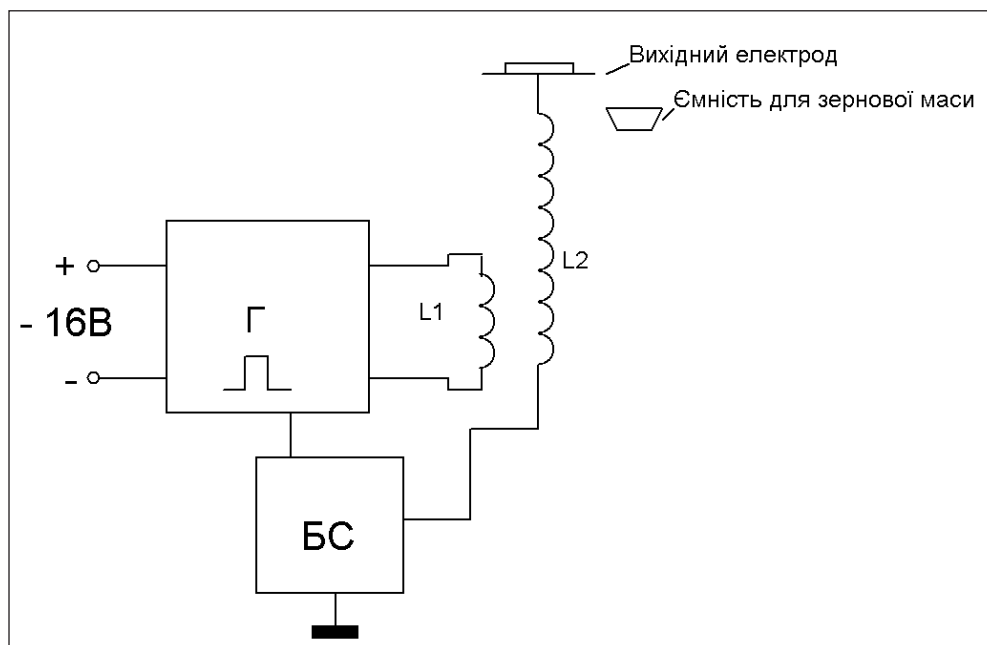


Рис. 1. Схема дослідної установки для обробки зерна кукурудзи у змінному електричному полі високої частоти: Г – генератор імпульсів; БС – блок синхронізації подачі імпульсів на первинну обмотку вихідного трансформатора

вихідної котушки L2 високовольтного трансформатора. Така конструкція дозволяє значно скоротити рівень витрат енергії під час роботи самої установки. Споживана потужність дослідної установки для обробки насіння становить 4,8 Вт.

Зернова маса розміщується біля поверхні або на деякій відстані від поверхні плоского електрода вихідного кінця вторинної обмотки високовольтного вихідного трансформатора. Другий кінець вторинної обмотки високовольтного трансформатора під'єднаний до корпусу. Відстань між вихідними кінцями вторинної обмотки становить 38 см, різниця потенціалів при максимальному амплітудному значенні – 6–8 кВ. Частота може змінюватися в невеликих межах через зміну ємності котушки і в більших межах через зміну кількості витків вторинної котушки.

Розроблена електротехнологічна обробка зерна базується на впливі на фізичні процеси безпосередньо в зернині, що призводить до біологічного їх стимулювання, та впливі змінного

електричного поля на поверхню зерна в контакт з зерно – повітря.

Результати досліджень. Обробку насіння мікрохвильовим полем проводили на лабораторному обладнанні в діапазоні 1,045–2,45 ГГц при витраті енергії 0,42 кВт/кг насіння протягом часового інтервалу, що становив від 3 до 12 сек. Лабораторні дослідження проводились на насінні кукурудзи.

Приклад результатів обробки насіння кукурудзи залежно від частоти та інтенсивності змінного електричного поля наведено на рис. 2.

Згідно з експериментальними даними проростання насіння контрольного зразка становить 53%, дослідного зразка при частоті 1,047 МГц – 90%, 2,45 ГГц – 72%, 2,45 ГГц збільшеної інтенсивності електричного поля – 10%. Найкращі показники проростання насіння отримано при частоті змінного електричного поля 1,047 МГц.

У наших дослідженнях було виявлено ефект біостимуляції насіння електромагнітним висо-

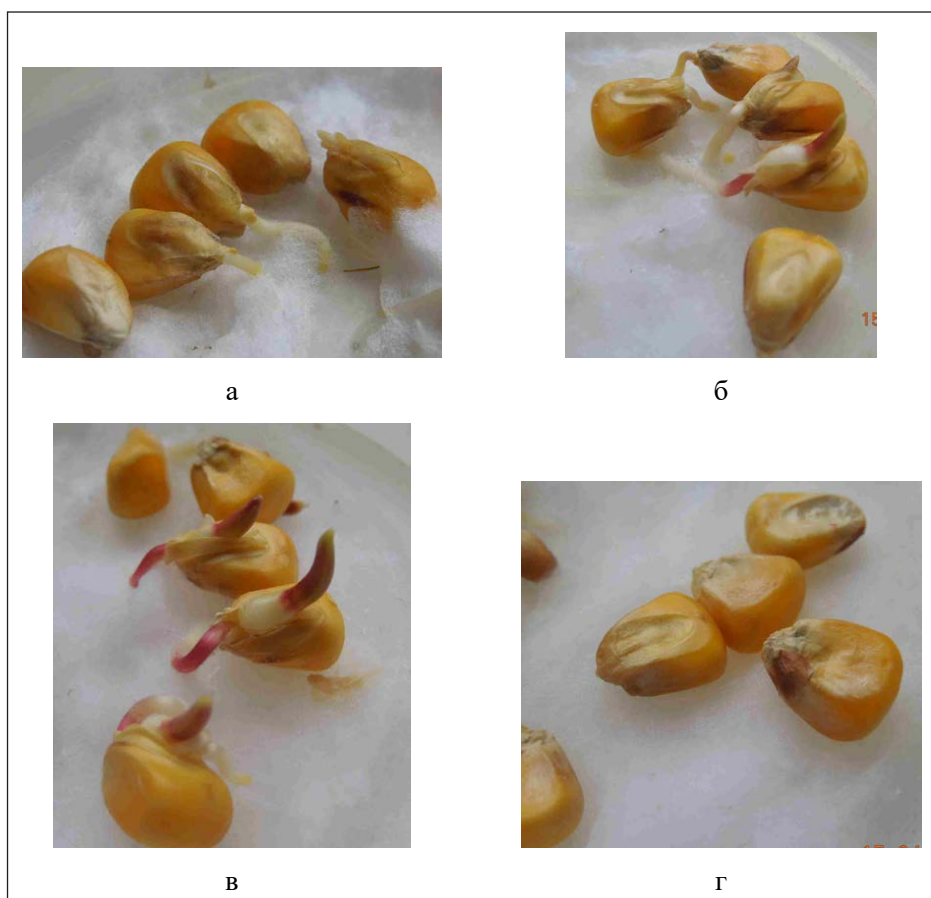


Рис. 2. Пророщування насіння кукурудзи контрольного і обробленого зразків у змінному електричному полі: а – контрольний зразок; б – дослідний зразок, частота обробки становила 1,047 МГц; в – дослідний зразок, частота обробки становила 2,45 ГГц; г – дослідний зразок, частота обробки становила 2,45 ГГц (збільшена інтенсивність частоти)

кочастотним електричним полем. Водночас встановлено, що опромінювання з підвищеною дозою опромінення призводить до пригнічення проростання насіння або загибелі зародка. Пригнічення різних зразків, а також партій насіння відбувається по-різному. Отже, щоб оздоровити ту чи іншу партію насіння, потрібно опромінювати її у такому режимі, який не викликає суттєвого зниження схожості.

Нами були випробувані режими опромінювання насіння (0,42 кВт/кг насіння) кукурудзи для двох зразків при різному часі опромінення. Результати досліджень представлені у таблиці 1.

Таблиця 1

Схожість насіння кукурудзи після опромінювання високочастотним електричним полем у двох дослідках залежно від часу опромінення

| Час опромінення, с | Схожість, % | |
|--------------------|-------------|----------|
| | 1 дослід | 2 дослід |
| 0 | 55 | 60 |
| 3 | 65 | 70 |
| 6 | 88 | 82 |
| 9 | 62 | 55 |
| 12 | 5 | 10 |

У результаті проведення лабораторних досліджень було встановлено, що показники енергії проростання та лабораторної схожості насіння

підвищувалися за менш жорсткого режиму опромінювання.

Так, за часом опромінення 6 секунд досягнута найбільша лабораторна схожість насіння, яка склала 88% у першому досліді та 82% у другому, що на 24% перевищує варіант без опромінювання. В іншому варіанті часу опромінення (3 секунди) за показником схожості відзначене збільшення рівня схожості насіння на 10%. При 9 секундах зафіксоване незначне пригнічення або значення на рівні контролю. Збільшення часу опромінювання до 12 секунд призводило до зниження схожості.

Висновки. Результати проведених пошукових досліджень показали, що мікрохвильове поле позитивно впливає на схожість насіння та надає можливість доводити стан некондиційного насіння до кондиційного за схожістю, що є необхідною умовою сертифікації насіння. Оптимальним режимом опромінювання насіння кукурудзи високочастотним електричним полем є режим з потужністю 0,42 кВт на 1 кг насіння та часом опромінення 6 секунд, що підвищує лабораторну схожість на 20% та урожайність відповідно. Обробка зернової маси може здійснюватися на певній відстані від установки завдяки використанню трансформатора Тесли. Запропонована електротехнологія вигідно відрізняється від наявних. Вона має низьку енергоємність та дозволяє екологічно і безпечно обробляти зернову продукцію.

Список літератури:

1. Кінрук М.О., Гаврилюк М.М. Мікрохвильова стимуляція насіння: проблеми та перспективи її застосування. *Микроволновые технологии в народном хозяйстве*. Вып. 6. Одесса. 2007 С. 36–38.
2. Лазаренко Б.Р., Горбатовская И.Б. Электрическая защита растений от болезней. *Электронная обработка материалов*. 1966. № 6 (12). С. 70–81.
3. Технологія мікрохвильової обробки насіння с.-г. культур : методичні рекомендації ; друге видання. Київ : Аграрна наука, 2003. 45 с.
4. Вплив мікрохвильового поля на фітопатогени – збудники основних захворювань насіння злаків і соняшнику / Л.Г. Калінін, В.П. Тучний, С.А. Левченко, О.В. Бабаянц. *Микроволновые технологии в народном хозяйстве (Промышленность, АПК, медицина-фармация)*. 2000. Вып. 2–3. С. 66–73.
5. Шахов А.А. Проблема светоимпульсной обработки семян и растений. *Электронная обработка материалов*. 1965. № 2. С. 61–74.
6. Шидловская И.Л., Журбицкий З.И. Влияние электрического поля и ионов воздуха на минеральное питание и обмен в растениях кукурузы. *Физиология растений*. 1966. Т. 13, № 4. С. 657–664.

Solovei I.M. GRAIN CULTURAL SEED PROCESSING IN HIGH-FREQUENCY ELECTRICAL FIELDS

It is investigated the effect of high-frequency electric field on the grain planting material. The study was performed in the processing of corn seeds. High-voltage electric fields are one of perspective means of influencing crop seeds. One of the ways of use of high frequency of high voltage electric fields is pre-sowing seed perspective, storage and processing, impact on liquids and nutrient solutions to increase their biological activity. Research on the effects of high-frequency microwave electric field in the irradiation of cereal seeds was conducted in order to increase seed germination and plant growth. Experimental studies were conducted in a laboratory on a specially designed installation using industrial and developed high voltage sources. The main component of the installation is a high voltage source based on the use of a Tesla transformer; the

secondary winding of which is connected with one end to the ground or the frame and the other one to a surface of output electrode. Oscillations of the electric field are formed on the surface of the electrode, and its frequency is equal to 1/4 of the propagation wave of the electromagnetic wave in the conductor of the secondary winding of the high-voltage transformer. The magnitude of the output voltage between the ends of the output winding in the installation is increased by the entry of the output winding of the high-voltage transformer into the L-C resonance. The L-C resonance in the given a transformer is achieved by adjusting the parameters of the inductance and the inter-turn capacitance of the output coil L2 of the high-voltage transformer itself. The cultivation doses have been established and make its practical use of the high-frequency of high-voltage electric field in the electrotechnical systems of crop seed cultivation. Positive influence of high-frequency electric field on increase of sowing qualities and yielding properties of seeds is established.

Key words: *microwave field, processing time, yield, power, frequency.*