

РЕЗУЛЬТАТИ Й ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БІОЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ РЕСУРСО- ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

В. В. Адамчук, доктор технічних наук, академік НААН України

В. А. Музиченко, кандидат технічних наук

Національний науковий центр

***«Інститут механізації та електрифікації сільського
господарства»***

e-mail: nnc-imesg@ukr.net

Анотація. Проаналізовано та узагальнено стан розробок ННЦ «ІМЕСГ» у галузі агроелектротехнології, наведено результати досліджень, визначено пріоритетні напрями подальших робіт з метою ресурсо- та енергозбереження.

Ключові слова: агроелектротехнологія, насіння, сепарація, стимуляція, рослинна продукція із соковитими тканинами, зберігання, аероіони, режими обробки

Одним із найефективніших методів ресурсо- та енергозбереження під час виробництва сільськогосподарської продукції є підвищення продуктивності виробництва та скорочення втрат під час зберігання. При збільшенні врожайності питомі енергозатрати відповідно зменшуються. Усунення втрат збільшує ресурси споживання до 30%, а затрати на це вдвічі – тричі менші, ніж на додаткове виробництво такого самого обсягу продукції.

Вирішення проблеми інтенсифікації виробництва потребує розробки відповідних новітніх технологій. Одним із таких методів є електротехнологія.

Мета досліджень – аналіз стану розробки й використання електротехнології в сільськогосподарському виробництві, визначення її пріоритетних напрямів та шляхів подальшого розвитку.

Матеріали та методика досліджень. Робота виконана на основі аналізу та узагальнення результатів досліджень, здійснених в ННЦ «ІМЕСГ», у галузі агроелектротехнології.

Результати досліджень. Електротехнологічні установки сільськогосподарського призначення є системи, що містять джерела енергії, робочі органи, які передають енергію біологічному об'єкту та власне самі об'єкти обробки. Наявність в такій системі біологічної складової потребує засобів, які дадуть змогу оцінити вплив енергетичного чинника, а відтак, визначати режими обробки. Результат такого впливу

може, з точки зору енергетики, значно перевищувати енергозатрати на його реалізацію. Найвищий ефект у цьому разі може бути досягнутий в насінництві, кормоприготуванні та при зберіганні рослинної продукції із соковитими тканинами.

Класифікацію електротехнологічних установок сільськогосподарського призначення, пов'язаних із біологічними об'єктами, наведено в [1]. Там же подано перелік відповідних робіт, виконаних в Україні.

У ННЦ «ІМЕСГ» виконуються роботи з використання засобів електротехнології для розділення насіння за їх посівними якостями (сепарація) та покращення цих якостей (стимуляція). Виконано аналіз технічних засобів для електросепарації насіння. Класифікацію електросепараторів наведено в [2].

Запорукою отримання високих урожаїв є якісний посівний матеріал. Використання посівного матеріалу низької якості значно знижує врожайність та призводить до перевитрати насіння через завищення норм висіву в 1,5–2 рази [3].

Світовий досвід і практика підготовки насіння свідчать, що вирощуванням насіннєвого матеріалу займаються спеціалізовані фірми. Насіння доводиться до кондицій та пакується на спеціалізованих заводах. Такі заводи призначені для очистки високоякісного насіння високих репродукцій. Загальна матеріало- та енергоємність таких комплексів, а також їх вартість, на 2 порядки вища за аналогічні показники для електросепараторів за порівняно незначної (приблизно вдвічі вищої) продуктивності.

В Україні на сьогодні практично не застосовуються спеціалізовані машини для очищення насіння. Така підготовка насіння здійснюється, як правило, на зерноочисних машинах. Первинну підготовку насіння вони здійснюють на належному рівні, але остаточна очистка й сортування насіннєвого матеріалу потребує врахування специфічних його особливостей, а отже, і спеціального обладнання. Із механічних зерноочисних машин найбільш придатними для очистки та сортування посівного матеріалу є гравітаційні сепаратори, які ще називають пневматичними сортувальними столами. Вони ж практично не пошкоджують насіння.

Фермерські господарства намагаються обходитися власним, як правило, далеко не найкращим сортом, насінням. Ті господарства, що мають таку можливість, закупають якісне насіння переважно в іноземних фірмах. При цьому сорти культур не завжди відповідають місцевим умовам.

Спеціальні машини для підготовки насіння знайшли розповсюдження лише в тих галузях рослинництва, де насіння використовується тільки для сівби, як, наприклад, у буряківництві. При підготовці ж до сівби зернових, бобових тощо використовують наявні зерноочисні машини. Такі машини не можуть забезпечити вимоги стандартів щодо посівних якостей насіння. У зв'язку з цим, розробляються електрозерноочисні машини, які здатні не тільки очищувати насіння від домішок та сортувати його за геометричними

розмірами, а й відбирати найбільш повноцінне з біологічної точки зору. Всі електричні методи сортування насіння базуються на здатності насіння сприймати заряд залежно від його питомої ваги та хімічного складу. Останній, у свою чергу, переважно залежить від ступеня достиглого насіння.

Відомо, що насіння з вищою здатністю до проростання та енергією проростання й урожай дасть вищий [4].

Критерієм, який дає змогу оцінити якість електросепарації відразу після сепарації, є маса 1000 насінин. Багаторічні дослідження, виконані в ІМЕСГ, свідчать, що після сепарації в електростатичному полі маса 1000 насінин підвищується на 4...7%. З іншого боку, дослідженнями агрономів встановлено, що збільшення маси 1000 насінин призводить до підвищення врожайності. Наприклад, при врожайності пшениці сорту Лютесценс 35,3 ц/га, прибавка врожаю від кожного грама абсолютної маси 1000 насінин становить 1,08 ц/га [5].

Беззаперечною перевагою електросепараторів є можливість відбирати найбільш повноцінне, з біологічної точки зору, насіння. Це пояснюється тим, що окрім механічних критеріїв відбору насіння, які використовуються в усіх типах сепараторів, в електросепараторах враховуються електричні фактори (провідність, діелектрична проникність тощо). Біологічні властивості насіння тісно корелюють з його електричними властивостями. Електричні властивості насіння впливають на заряд, який може отримати насінина. Від величини заряду залежить сила, що діє на насінину в електричному полі. Величина електричної сили, що діє на насіння, визначає те переміщення насіння в електричному полі, що й визначає якість сепарації.

Ефективність електросепарації ярого ячменю сорту Едем за різними показниками наведено на рис. 1.

Аналіз методів і технічних засобів електросепарації дає змогу пропонувати для подальшого вдосконалення барабанні електрокоронні сепаратори й електростатичні сепаратори із заземленим електродом у вигляді похилої площини та ізольованим барабаном, що обертається.

Проаналізовано технічні засоби для електростимуляції насіння. Встановлено, що всі методи стимуляції сприяють підвищенню врожайності в межах близько 10–20%. Відповідно перспективний стимулятор повинен мати якомога простішу конструкцію, споживати якомога менше енергії і, як наслідок, мати низьку вартість.

Таким вимогам відповідає розроблений в ННЦ "ІМЕСГ" електромагнітний стимулятор, призначений для підвищення енергії проростання насіння та його здатності до проростання з 95...97% до 99...100%, що дає змогу довести насіння до першого класу. Може застосовуватися для обробки всіх сільськогосподарських культур. Живлення від мережі однофазного струму з частотою 50 Гц та напругою 220 В. Питома споживана потужність – 5 Вт·год/кг. Тривалість обробки 1...4 хв. Таким чином, при потужності 5 кВт продуктивність стимулятора, залежно від тривалості обробки, становитиме 15–60 т/год. В остаточному підсумку

стимуляція підвищує врожайність на 15...25% як зерна, так і коренеплодів, зеленої маси тощо.

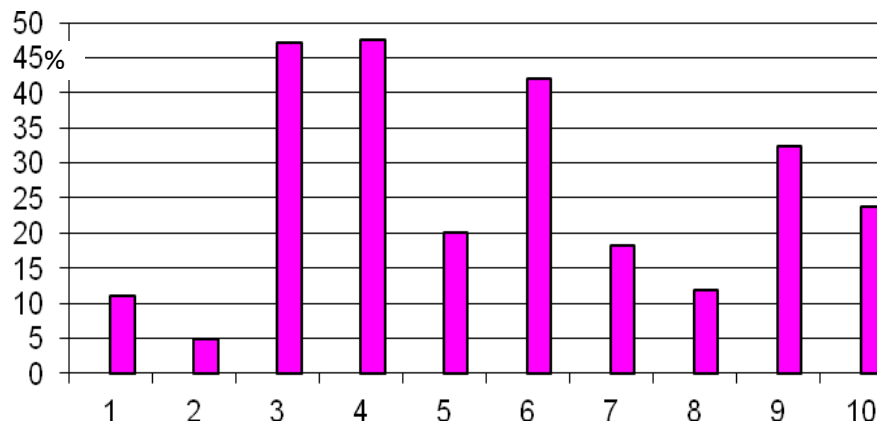


Рис. 1. Ефективність електросепарації насіння ярого ячменю сорту Едем (% по відношенню до контролю):

1 – маса 1000 насінин; 2 – енергія проростання; 3 – кількість рослин через місяць після висіву; 4 – висота надземної частини через місяць після висіву; 5 – висота рослин через місяць після висіву; 6 – маса паростків через місяць після висіву; 7 – кількість колосків; 8 – маса насіння; 9 – розрахункова врожайність; 10 – урожайність

На рис. 2 показано електромагнітний стимулятор насіння.

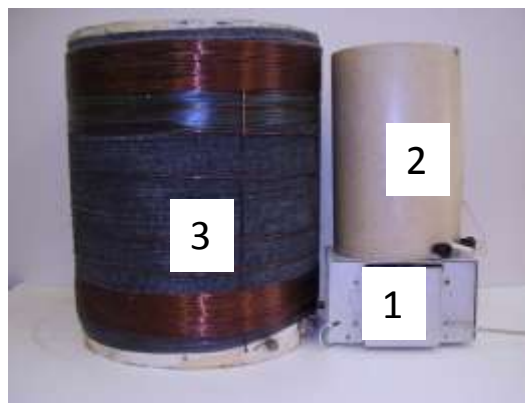


Рис. 2. Електромагнітний стимулятор насіння:

1 – блок живлення електромагнітного стимулятора;
2 – технологічний вузол продуктивністю 10 кг/год;
3 – технологічний вузол продуктивністю 100 кг/год

В електромагнітному стимуляторі оброблено насіння перцю сорту Каліфорнійське чудо. Напруженість магнітного поля під час обробки становила $3,2 \cdot 10^3$ А/м, тривалість обробки – 5 хвилин. Результати електромагнітної стимуляції показано на рис. 3.



Рис. 3. Розсада перцю сорту Каліфорнійське чудо:
1 – контроль; 2 – насіння розсади оброблено за допомогою електромагнітного стимулятора

Обґрунтовано доцільність використання електротехнологій для зберігання рослинної продукції із соковитими тканинами. Встановлено, що доповнюючи традиційні методи зберігання електрообробкою можна при незначних затратах отримати додатково до 20 % продукції, собівартість якої буде на 2 порядки нижча за решту. [6]. Аналіз режимів аероіонної обробки такої продукції, з метою підвищення ефективності її зберігання, наведено в [7]. Енергетичну оцінку використання іонізаторів у сховищах наведено в [6].

Аероіонна обробка рослинної продукції із соковитими тканинами дає змогу скоротити втрати при зберіганні. Вона може поєднуватися з усіма існуючими технологіями зберігання, підвищуючи їх ефективність, а також застосовуватись автономно. Вона не потребує переоснащення діючого технологічного обладнання. Енерговитрати на аероіонну обробку на кілька порядків нижчі від енерговитрат за традиційних технологій зберігання. Обґрунтована перспективність використання аероіонної обробки рослинної продукції із соковитими тканинами в усіх типах існуючих сховищ.

Для живлення високовольтних електротехнологічних установок сільськогосподарського призначення Сумським відкритим акціонерним товариством «SELMІ» за технічним завданням ННЦ «ІМЕСГ» розроблено та виготовлено партію високовольтних блоків БВ-30. Блок має захист від перевантажень та короткого замикання.

Технічні характеристики БВ-30. Напруга живлення: 220В, 50Гц; вихідна напруга – до 30кВ; номінальний струм навантаження – 3мА. Габаритні розміри: високовольтного блоку 380×350×410, пульта керування 200×200×100. Маса, не більше, ніж: високовольтного блоку – 50 кг, пульта керування – 2 кг.

Загальний вигляд джерела живлення зображений на рис. 4.



Рис. 4. Загальний вигляд джерела живлення БВ-30

Він забезпечує роботу електросепаратора продуктивністю 3 тонни за годину, а також обробку рослинної продукції із соковитими тканинами в засіку місткістю 16 тонн. Потужність такого джерела живлення всього 30 Вт, тобто незрівнянно менше, ніж потужність будь-якого технологічного процесу.

Економічна оцінка засобів електротехнології свідчить про те, що термін їх окупності не перевищує кількох місяців. Незважаючи на низькі енергозатрати, економічність та екологічну чистоту методів і засобів електротехнології, їх впровадження у сільськогосподарське виробництво гальмує недостатня обґрунтованість режимів обробки, а відтак – нестабільність її результатів. Основними режимами такої обробки є: інтенсивність, тривалість та періодичність. Визначення режимів обробки сільськогосподарських об'єктів пов'язане з рядом труднощів. Результати, що отримані одного року, на другий рік можуть не підтвердитися, тому що властивості сільськогосподарської продукції залежать від багатьох факторів, а саме: виду й сорту продукції, агротехнічних та кліматичних умов вирощування тощо.

Зворотній зв'язок від об'єкта обробки під час самої обробки або відразу після неї, дасть змогу оцінити ефективність обробки на тому етапі, коли ще є можливість відкоригувати її режими [8].

Для вирішення цієї проблеми на прикладі процесу аероіонної обробки та зберігання рослинної продукції отримані аналітичні вирази, що описують дію зовнішніх чинників на біологічний об'єкт [9,10,11,12,13].

Для отримання інформації про стан біологічного об'єкта запропоновано та апробовано використання біопотенціалів [14,15].

Відтак розроблено теорію визначення впливу електромагнітних чинників на біологічні об'єкти.

Запропоновано метод визначення режимів обробки рослинної продукції із соковитими тканинами, розроблено та апробовано відповідну методику [15,16,17,18,19,20]. Виконано виробничу перевірку визначених

режимів обробки. При зберіганні 500 тонн яблук протягом 6 місяців втрати скоротилися з 30% до 12%.

Прискорення впровадження у сільськогосподарське виробництво електротехнологій потребує розробки єдиної системи за участю біологічних об'єктів і технічних засобів, а також поєднання обробки продукції з існуючими технологіями. У насінництві це процеси завантаження та вивантаження технологічного вузла. Якщо для власне процесу сепарації насіння в установці продуктивністю 3 т/год. достатньо потужності 30 Вт, то установлена потужність електродвигунів: на сепараторі – 0,55 кВт, на завантажувальному та розвантажувальному транспортерах – по 0,75 кВт, на ходовій частині – 1,1 кВт. Питома споживана потужність електромагнітного стимулятора – 5 Вт·год/кг. Енергозатрати на завантаження, розвантаження та переміщення стимулятора вздовж бурта аналогічні енергозатратам при сепарації. Ці операції доцільно суміщати з відправкою насіння в поле.

При зберіганні рослинної продукції із соковитими тканинами одноразова обробка під час закладки на зберігання може бути суміщена з процесом завантаження сховищ. Відповідна періодична обробка доцільна тільки при її суміщенні з активним вентиляванням.

Висновки

1. Підготовлено до впровадження установки для підготовки насіннєвого й посадкового матеріалу (електросепарація та електромагнітна стимуляція) та аероіонізатори для сховищ рослинної продукції із соковитими тканинами.

2. Визначено шляхи узгодження електротехнологічних операцій з існуючими технологіями.

3. Розроблено теорію визначення впливу електромагнітних чинників на біологічні об'єкти.

4. Розроблено методику визначення режимів обробки біологічних об'єктів

5. Потребують вдосконалення системи, що містять джерела енергії, робочі органи, які передають енергію біологічному об'єкту, засоби отримання інформації від біологічного об'єкта про вплив на нього режимів обробки, з подальшим включенням у цю систему засобів автоматичного керування режимами обробки, а також власне самих об'єктів обробки.

Список літератури

1. Мартиненко І. І. Проблеми, перспективи та результати досліджень по використанню електротехнології в сільськогосподарському виробництві / І. І. Мартиненко, В. А. Музиченко // Електрифікація та автоматизація сільського господарства. – 2006. – № 3. – С. 32–40.

2. Методичні рекомендації по використанню аероіонізації для покращення лежкості картоплі / [М. К. Лінник, П. В. Гринько, А. В. Бурилко та ін.]. – Глеваха : ІМЕСГ, 2006. – 21 с.

3. Шмигель В. В. Сепарация и стимуляция семян в электрическом поле / В. В. Шмигель // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – № 9. – 2004. – С. 23–24.
4. Кулешов. Н. Н. Лабораторная и полевая всхожесть семян сельскохозяйственных растений и её научно-производственное значение / Н. Н. кулешов / Биологические основы повышения качества семян сельскохозяйственных растений // Материалы научной сессии. – 26–30 ноября 1963 г. – М. : Наука, 1964. – С. 83–87.
5. Успенский Н. А. Повышение урожайных качеств семян яровой пшеницы при подготовке их к посеву / Н. А. Успенский, П. Т. Корольков // Вопросы семеноводства, семеноведения и контрольно-семенного дела. Вып. 2. Материалы совещания по организации научно-исследовательской работы в области семеноводства, семеноведения и контрольно-семенного дела. Харьков. 1962 г. 17–22 декабря. – К. : Урожай, 1964. – С. 161–165.
6. Мартиненко І. І. Проблеми та перспективи використання електротехнології для підвищення ефективності зберігання рослинної продукції з соковитими тканинами / І. І. Мартиненко, Б. І. Котов, В. А. Музиченко / Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь, 2005. – Вип. 28. – С. 3–13.
7. Музиченко В. А. Аналіз режимів аероіонної обробки рослинної продукції з соковитими тканинами [Електронний ресурс] / В. А. Музиченко // Міжнародна інтернет-конференція «Роль земледельческой механики в социальном развитии общества» : зб. наукових доповідей. – Глеваха-Мелітополь : ІМЕСГ-ТДАТА, 2005. – Т. 1. – С. 131–144.
8. Музиченко В. А. використання зворотного зв'язку від об'єкта обробки для визначення параметрів установки і режимів обробки / В. А. Музиченко // актуальні питання сталого розвитку сільськогосподарського виробництва : міжнар. науково-практична конф., 24–25 квітня 2014 р. – Бережани, 2014. – С. 8–10.
9. Музиченко В. А. Моделювання процесу аероіонної обробки рослинної сировини / В. А. Музиченко // Вісник аграрної науки. – 1998. – № 4. – С. 54–57.
10. Музиченко В. А. Математична модель процесу аероіонної обробки та зберігання рослинної продукції / В. А. Музиченко // Механізація та електрифікація сіл. госп.-ва. – К. : Ей-Бі-Сі, 2000. – Вип. 83. – С. 189–191.
11. Музиченко В. А. Визначення ефективності зберігання рослинної продукції з соковитими тканинами / В. А. Музиченко // Механізація та електрифікація сіл. госп.-ва. – К. : Ей-Бі-Сі, 2002. – Вип. 86. – С. 240–244.
12. Музиченко В. А. визначення стану біологічного об'єкта при зберіганні після обробки [Електронний ресурс] / В. А. Музиченко // енергетика і автоматика, 2013. – № 2. – С. 75–81.
13. Музыченко В. А. Моделирование состояния сочного растительного сырья при обработке и хранении / В. А. Музыченко // научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве : материалы междунар. науч.-технич. конф. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2014. – С. 229–233.
14. Музиченко В. А. Використання біопотенціалів для контролю за станом рослинної продукції / В. А. Музиченко // Механізація і енергетика сільського господарства : IV Міжнародна науково-технічна конференція MOTROL 2003. – Люблін-Київ. – 21–23 травня 2003 р. – С. 352–356.

15. Мартыненко И. И. Определение потенциальной лёжкости и режимов обработки растительного сырья с сочными тканями / И. И. Мартыненко, Н. К. Линник, В. А. Музыченко // Энегосберегающие технологии в растениеводстве и мобильной энергетике : М., 2006. – Ч. 2. – С. 185–193.

16. Мартиненко О. І. Методика визначення режимів аероіонної обробки / О. І. Мартиненко, В. А. Музыченко // Вісник аграрної науки. – 1999. – № 3. – С. 47–50.

17. Музыченко В. А. Визначення тривалості обробки біологічних об'єктів в полі коронного розряду / В. А. Музыченко // Механізація та електрифікація сіл. госп.-ва. – К. : ПоліграфКонсалтинг, 2003. – Вип. 87. – С. 278–284.

18. Музыченко В. А. Оптимізація режимів одноразової аероіонної обробки / В. А. Музыченко // Електрифікація та автоматизація сільського господарства. – 2004. – № 4. – С. 24–29.

19. Музыченко В. А. Вплив тривалості та періодичності аероіонної обробки на її ефективність / В. А. Музыченко // Техніка АПК. – 2005. – № 10–11. – С. 34–35.

20. Музыченко В. А. Визначення режимів електрообробки рослинної продукції з соковитими тканинами / В. А. Музыченко, І. В. Бондаренко // Механізація та електрифікація сільського господарства. – 2013. – Вип. 97. – Т. 2. – С. 194–201.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

В. В. Адамчук, В. А. Музыченко

Аннотация. Проанализировано и обобщено состояние разработок ННЦ ИМЕСГ, приведены результаты исследований, определены приоритетные направления дальнейших работ с целью ресурсо- и энергосбережения.

Ключевые слова: агроэлектротехнология, семена, сепарация, стимуляция, растительная продукция с сочными тканями, хранение, аэроионы, режимы обработки

RESULTS AND OUTLOOK FOR USE BIOELECTROTECHNOLOGY FOR RESOURCE AND ENERGY SAVING

V. Adamchuk, V. Moozychenko

Annotation. Based on developments of NSC “IAEE” in agroelectrotechnology the analysis and synthesis of their condition results of researches the priority areas identified for further work to resource and energy conservation.

Key words: agroelectrotechnology, seeds, separation, stimulation, vegetative production with juicy fabrics, storage, air, ion, modes of treatment