

нашей республике, необходимо повсеместно внедрять в производство низкостамбовую и кустовую плантацию шелковицы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаджиев, М. Г. Влияние фосфорного удобрения на урожайность листьев тутового шелкопряда сорта Ханлар-гут / М. Г. Гаджиев, Н. М. Гасанов, Т. Н. Гаджиева // 9th BASCA INTERNATIONAL CONFERENCE «Serialture preservation and revival-problems and prospects» // «SERIVIVAL» 2019. Batumi, Georgia, April 7th-12th 2019. PROCEEDINGS, S. 87-91.
2. Гаджиева, Т. Н. Оценка продуктивности пород тутового шелкопряда с учетом кормового листа / Т. Н. Гаджиева // «Селекционно-генетические аспекты развития молочного скотоводства» Сборник научных трудов. Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященная 90-летию со дня рождения видного государственного и политического деятеля, выдающегося организатора с/х науки и производства Шихсаидова Ш. И. // 4-5 июля 2019 года. – Махачкала, 2019. – С. 329-334.
3. Гаджиева, Т. Н. Отзывчивость сеянцев различных сортов шелковицы на удобрения / Т. Н. Гаджиева, М. А. Гасанова // «Российская наука в современном мире» XLV Международная научно-практическая конференция. 15 апреля 2022. Научно-издательский центр «Актуальность. РФ» Сборник статей часть 1. – Москва, 2022. – С. 11.
4. Гасанов, Н. М. О влиянии минеральных удобрений и режимов орошения на урожайность листа шелковицы / Н. М. Гасанов, Т. Н. Гаджиева // AGRO ILM. Сельское хозяйство Узбекистана – 2018. – С. 84-86.
5. Сеидов, А. К. Развитие шелководства / А. К. Сеидов, Б. Г. Аббасов // Учебная книга. – Баку «Муаллим», 2012. – С. 83.

УДК 631.531.011.3:53

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ МЕТОДИКИ СОЗДАНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕПАРИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА СЕМЯН

Е. А. Городецкая, Ю. К. Городецкий, Е. Т. Титова

Институт повышения квалификации и переподготовки кадров
АПК УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет»

г. Минск, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 220023,
г. Минск, пр. Независимости, 99; e-mail: helgorod2003@mail.ru)

Ключевые слова: качество семян, чистота, нативные семена, диэлектрическое сепарирующее устройство, обработка в электрическом поле, экологизация растениеводства, снижение нагрузки на высевающие аппараты, продовольственная независимость.

Аннотация. Рассмотрены основные преимущества и сложности внедрения метода диэлектрической сепарации семян практически всех сельскохозяйственных культур. Предложенные устройства (диэлектрические сепараторы) позволяют получать не только фракции выравненных семян без вредных примесей, но и семена пищевого назначения (для введения в рецептуры пищевых продуктов), т.к. их очистка на механических ситах становится все

более неэффективной. Одновременно этот способ позволяет снизить нагрузку на высевающие агрегаты. Обоснованы возможности доработки конструкции, массового выпуска и внедрения предложенных устройств в хозяйствах агропромышленного комплекса Республики Беларусь и на предприятиях пищевой промышленности. Учитывается также и предпосевное воздействие электрического поля бифилярной обмотки диэлектрического сепаратора на посевные свойства обработанных семян. Статья рассчитана на интерес специалистов семеноводства, растениеводства, инженерно-технических специалистов АПК; преподавателей, студентов, магистрантов и аспирантов биологического и сельскохозяйственного профиля, а также пищевого производства.

SOME ASPECTS OF THE METHOD OF MAKING DIELECTRIC SEPARATING DEVICES TO IMPROVE SEED QUALITY

A. Gorodecka, Y. Gorodecki, A. Titova

EI «Belorussian State Agrarian Technical University»

Minsk, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 220023, Minsk,

99 Nezavisimosti av.; e-mail: helgorod2003@mail.ru)

Key words: *seed quality, purity, native seeds, dielectric separation devices, processing in the electric field, greening of crop production, reducing the load on the sowing machines, food independence.*

Summary. *The main advantages and complexity of implementing the method of dielectric separation of seeds for almost all agricultural crops are considered. The proposed devices (dielectric separators) make it possible to obtain not only fractions of leveled seeds without harmful impurities, but also seeds for food purposes (for addition to food formulations), because their cleaning on mechanical sieves is becoming more and more inefficient. At the same time, this method allows to reduce the load on the sowing units. The possibilities of finalizing the design, mass production and implementation of the proposed devices in the farms of the agro-industrial complex of the Republic of Belarus and at food industry enterprises are substantiated. The presowing effect of the electric field of the bifilar winding of the dielectric separator on the sowing properties of the treated seeds is also taken into account. The article is designed for the interest of specialists in seed production, crop production, engineering and technical specialists of the agro-industrial complex; teachers, students, undergraduates and graduate students of biological and agricultural profile, as well as food production.*

(Поступила в редакцию 26.04.2022 г.)

Введение. Главной задачей государственной политики Республики Беларусь является обеспечение продовольственной безопасности страны. Увеличение количества и повышение качества продукции растениеводства является главной задачей в развитии агропромышленного комплекса [1]. Важным фактором в решении этой проблемы является семенной фонд страны, ведь семена являются

носителями биологических свойств растения. Не менее важны технологические приемы и оборудование для получения выравненных партий, выведения семян из состояния покоя для получения ранних и дружных всходов, закладывающих основу увеличения урожая, получения высококачественной продукции [2]. Специалисты сельского хозяйства совершенствуют и разрабатывают новые агроприемы и технические средства предпосевной обработки семян для улучшения энергии их прорастания и устойчивости к неблагоприятным погодным условиям.

Целью работы стало рассмотрение такого методического подхода, когда диэлектрические сепарирующие устройства (ДСУ) разрабатываются для совмещения двух операций – получения посевных фракций и предпосадочной подготовки семян сельскохозяйственных растений, обеспечивающих более полную реализацию их генетического потенциала. Научная гипотеза основана на факте, что существующее несоответствие физиологического качества посевного материала требованиям интенсивных технологий растениеводства можно нивелировать с использованием ДСУ. Основное такое требование – выравненность и чистота посевной фракции. Почему же это так важно? Перечисленные аргументы собрали в табл. 1.

Таблица 1 – Последствия разнокачественности семян

Отрицательные аспекты разнокачественности семян	
1	2
В научных исследованиях	В селекционной работе
Изучение мирового генофонда растительных ресурсов при интродукции растений с хозяйственно ценными признаками усложняется или вообще становится невозможным	Стимулирование физиологических процессов в семенах при предпосевной обработке становится недостижимым, снижается эффективность физических методов определения качества семян
Поддержание банка данных физиологических и биохимических совпадений и различий семян затрудняется	Понижаются репрезентативность и ценные показатели сортов
Сортоиспытание продлевается, а интегрированная система защиты растений требует стадийности	Ухудшается качество зеленой и семенной продукции. Некондиционные семена пропадают
Ставится под вопрос эффективность использования площадей и объемов закрытого грунта	Нивелируется преимущество интенсивных машинных технологий при возделывании растений, обнуляется эффективность системы защиты растений
Создание новых и совершенствование технологий предпосевного стимулирования требует доработки	
Исследования при выведении новых сортов затягиваются	Нерационально используются площади защищенного грунта

Продолжение таблицы 1

1	2
Практически невозможно эффективно управлять биологической продуктивностью растений	Снижается эффективность вносимых подкормок и обработок
При переработке сырья	При хранении семенного фонда и продовольственных ресурсов
Удорожается оценка качества и коммерческой стоимости семян	Усложняется определение оптимальных режимов хранения
Нерационально используются семена одной партии. Экспресс-методы по оценке качества и определению рыночной стоимости семян становятся некорректными	Снижаются точность определения влажности семян, эффективность стабилизирующих методов хранения
При сушке разнокачественность семян становится более очевидной	Понижается качество и падает конкурентоспособность конечного пищевого продукта
Снижается степень извлечения пищевых семян из единицы исходной партии	Усиливается отрицательное влияние условий хранения на качество семян

Приведенные в таблице 1 данные отчетливо показывают научные и производственные отрасли, где необходима выравненность семян. На практике редко встречаются оптимальные условия для прорастания заделанных семян, стрессорные условия окружающей среды (например, низкая или высокая температура и/или влажность, нарушение агротехники) приводят к появлению различий не только в полевой всхожести и росте растения, но и формировании растения и вызревании семян. Как бы идеально не выглядели погодные условия и агротехнические мероприятия, собранные семена в обязательном порядке проходят калибрование, фактически, размерный отбор и очистку. В связи с этим на практике применяют комплекс мероприятий для формирования объема выравненных и подготовленных семян перед посевом, что значительно снижает нагрузку на высевальные аппараты [3-11]. После сбора урожая семена также готовят к хранению и переработке.

Материалы и методика исследований. Для оценки влияния предпосевных обработок на физиологические качества семян их тестируют на всхожесть. Использование стимуляторов для семян, находящихся в неглубоком покое, дает прогнозируемые результаты, проблемными остаются семена в глубоком морфофизиологическом покое, твердокаменные или мелкосемянные [12, 13]. Нами использовались следующие методические подходы. Электротехнологии основаны на преобразовании электромагнитной энергии в другие виды и их целенаправленном использовании для воздействия на предметы труда в технологических процессах. Поэтому особый интерес представляет выявление качественной и количественной связи между показателями электрофизических воздействий и технологическими свойствами семян [14]. При электрических способах сепарации семенных смесей используют различие свойств

электропроводности, диэлектрической проницаемости, поляризуемости, способности воспринимать и отдавать заряд [14]. Электрические свойства обрабатываемого семенного материала находятся в тесной взаимосвязи с их биологическими свойствами. Влажность семян была стандартной (13-14 %), повторность опытов 4-кратная, статистическую обработку результатов проводили с помощью программы STATISTIKA 5.0, достоверность оценивали по критерию Стьюдента при уровне значимости 0,5.

Подтверждена актуальность электрофизического воздействия на семена: исследования продемонстрировали необходимость их расширения, т. к. кроме абиотических факторов существует целый ряд инфекционных, бактериальных и смешанных инфекций, поражающих семена и сами растения. Отмечен устойчивый положительный эффект при использовании слабого (величина магнитной индукции $B \approx 3-15$ мТл) низкочастотного (НЧ) и сверхвысокочастотного (СВЧ) полей, ультразвука, влияния электрического поля. Практическая значимость исследования комбинированного электрофизического воздействия: диэлектрической сепарации и ультразвуковой предпосевной обработки [12, 15] – также не вызывает сомнений. В таких исследованиях необходимо учитывать длительность воздействия, частотный диапазон, плотность мощности, пространственные характеристики электромагнитного поля. Каждая сельскохозяйственная культура имеет свой оптимум этих параметров.

Существующие технологии сортирования учитывают удельный вес, плотность, размер, форму, аэродинамические, физико-механические и химические свойства семян. Есть целый ряд достаточно эффективных устройств, реализующих эти технологии. Но нет ни одной технологии, которая совмещала бы в себе несколько различных важных операций, к примеру калибрование и предпосевную электрическую интенсификацию жизнедеятельности семян. В БГАТУ ведутся исследования диэлектрического разделения смесей и влияния его на посевные качества семенного материала. Суть этого метода в том, что значения и направления сил, создаваемых рабочим органом – системой заряженных электродов (бифилярной обмоткой), на разделяемые сухие сыпучие смеси различны. Бифилярная обмотка формирует неоднородное электрическое поле, семена рассматриваются как неоднородный диэлектрик [14].

В таких устройствах главная действующая на частицу сила складывается из сил, обусловленных взаимодействием сил физической природы (гравитации, центробежной) и электрической – поляризованного заряда частицы, электродов и изоляции [16]. Соотношением сил, действующих в диэлектрическом сепарирующем устройстве, можно управлять, что позволяет изменять параметры их работы и

устанавливать наиболее оптимальные режимы для получения фракций семян определенной культуры и заданного качества [16-18]. Недостаток бифилярной обмотки ДСУ, заключающийся в просыпании мелких семян (частиц) в межэлектродный зазор и забивании его эффективной рабочей зоны, может быть успешно устранен установкой пленочного покрытия обмотки [18]. Видится необходимым создание группы специалистов по реализации доводочных операций и разработке рекомендаций и технологических инструкций диэлектрического сепарирования семян различных сельскохозяйственных культур, выпуска устройств в промышленном масштабе и широкого внедрения в организациях агропромышленного комплекса страны [11-15, 19].

Результаты исследований и их обсуждение. Метод диэлектрического разделения показал высокую эффективность при получении однородных фракций не только семян сельскохозяйственных культур, но и любых сыпучих смесей – фракций чая, мукомольных продуктов и др., что делает привлекательным широкое его внедрение в пищевых производствах.

Алгоритм доработки технологических параметров диэлектрических сепарирующих устройств для каждой сельскохозяйственной культуры достаточно прост и реализуется схемой, представленной в таблице 2.

Таблица 2 – Этапы методического подхода по выпуску и внедрению диэлектрических сепарирующих устройств

Формирование цели и задач
Исследование и проведение сравнительного анализа характеристик и показателей семян данной культуры
Анализ способов, технологий и устройств очистки семян данной культуры
Обоснование и выбор эффективного процесса диэлектрической сепарации (очистки, калибрования, предпосевной подготовки) семян данной культуры
Проведение теоретических исследований
Моделирование и исследование электрических процессов на рабочем органе
Планирование (построение матрицы) и проведение экспериментальных исследований
Математическая обработка экспериментальных данных
Разработка конструкции экспериментального (опытного) образца диэлектрического сепарирующего устройства
Определение рациональных конструктивных и технологических параметров сепаратора
Обоснование расположения данного устройства в технологической карте возделывания данной сельскохозяйственной культуры или места в производственной линии пищевого продукта
Проведение оценки экономической эффективности внедрения диэлектрического сепарирующего устройства в технологии возделывания данной культуры (выпуска пищевой позиции)

По нашему мнению, этапы охватывают всю проблематику, связанную с диэлектрическими сепарирующими устройствами, но какие-то из них можно пропускать при их неважности.

Диэлектрические сепарирующие устройства могут быть одно-, двух- и трехбарабанными с перенаправлением фракций, рабочая обмотка может быть выполнена самым разным электрическим проводом под семена любой культуры. Рабочие узлы устройства являются типовыми и производятся в стране. Они легко и удобно агрегируются с дополнительным оборудованием (подающим и упаковывающим).

Внедрение таких сепарирующих устройств в разы повышает эффективность использования сеялок при промышленном возделывании культур за счет отсутствия массы невсхожих семян. Семена, прошедшие такой электрофизический «отбор», быстрее прорастают, сеянцы устойчивее переносят неблагоприятные абиотические факторы, повышается их обильность, фитосанитарное состояние посевной фракции было лучше, чем исходного массива. С позиции охраны труда такие устройства не несут никакой вредности персоналу, просты в обслуживании, обладают высокой готовностью к работе.

В Республике Беларусь есть все условия для реализации такой технологии: от формирования технических требований до авторского надзора в эксплуатации. ОАО «Амкодор», являющийся флагманом и серьезной базой проектирования и реализации в металле самой разнообразной техники для растениеводства, мог бы стать монополистом в стране и создать объем на экспорт.

Заключение. Разработка метода диэлектрического сепарирования семян сельскохозяйственных культур и сухих сыпучих смесей в Республике Беларусь имеет многолетний опыт и серьезные результаты. Предложено и исследовано применение диэлектрической сепарации как высокоэффективного метода получения семян высшей категории самых разных культур – от твердокаменных до мелкосемянных, что позволяет повысить эффективность работы высевальных агрегатов и внедрить систему точного земледелия.

Ранее мы говорили о прайминге семян, о получении чистых их фракций для расширения ассортимента пищевых продуктов с введением семян в их рецептуры: это не только возрождение традиционных славянских продуктов, но и создание наименований функциональных и обогащенных продуктов питания для различных групп населения в нашей стране и за рубежом. Результаты изучения электрических процессов, происходящих в диэлектрическом сепарирующем устройстве, научно значимы и новы в Беларуси, получены патенты. Сейчас настала

пора реализации в металле и широкого внедрения в предприятиях агропромышленного комплекса страны.

Таким образом, в наших исследованиях встречаются интересы дальнейшего развития фундаментального и прикладного направлений. Все работы выполнялись в соответствии с Договорами с БРФФИ Б18-016, Б20М-001.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная Программа инновационного развития Республики Беларусь на 2021-2025 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://president.gov.by/ru/documents/ukaz-no-348-ot-15-sentyabrya-2021-g>.
2. Алексейчук, Г. Н. Физиологическое качество семян сельскохозяйственных культур и методы его оценки / Г. Н. Алексейчук, Н. А. Ламан. – Минск: ИООО «Право и экономика», 2005. – 47 с.
3. Беленков, А.И. Электрофизическая обработка семян озимой пшеницы / А. И. Беленков, И. В. Юдаев; Азово-Черноморский инженерный институт Донского ГАУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://vfermer.ru/rubrics/crop/crop_1544.html.
4. Казакова, А. С. Влияние предпосевной обработки семян ярового ячменя электромагнитным полем переменной частоты на их посевные качества / А. С. Казакова, М. Г. Федорищенко, П. А. Бондаренко // Технология, агрохимия и защита с.х. культур: межвузовский сборник научных трудов. – Черноград, 2005. Изд. РИО ФГОУ ВПО АЧГАА. – С. 207-210.
5. Электрофизические методы очистки семян – этап современной технологии пищевых производств и растениеводства / Д. И. Нестер [и др.] // Перспективная техника и технологии в АПК: материалы VII Междун. науч.-практ. конф. студентов, магистрантов и аспирантов (25-26.03. 2021) / редкол.: В. П. Чеботарев [и др.]. – Минск, БГАТУ, 2021. – С. 58-61.
6. Андреев, В. В. Совершенствование технологического процесса очистки семян мелкосеменных культур / В. В. Андреев // Диссерт. на соис. уч. степ. канд. техн. наук по спец. 05.20.01. – Курск, 2006. – 156 с.
7. Буранов, Н. А. Повышение эффективности предпосевной обработки семян / Н. А. Буранов // Научные инновации в развитии отраслей АПК: материалы междунар. науч.-практ. конф., Ижевск, 18-21 февр. 2020 г. / Ижевская гос. с.-х. академия. – Ижевск, 2020. – Т. 3. – С. 11-13.
8. Устройство для обработки семян электрическим током [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dokumen.pub/9789855196021.html>. – Дата доступа: 22.04.2022.
9. Предпосевная электрическая стимуляция семян сои, люпина постоянным и переменным током [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lemzspb.ru/obrabotka-semyan-elektricheskim-tokom/>. – Дата доступа: 21.04.2022.
10. Установка для предпосадочной обработки овощных культур комплексным воздействием электрофизических факторов / А. И. Котин [и др.] // Электротехнологии и электрооборудование в АПК / Федер. науч. агроинженер. центр ВИМ. – М., 2020. – № 1(38). – С. 48-53.
11. Евсеев, Е. А. Анализ способов и устройств для электрического и магнитного стимулирования растений / Е. А. Евсеев, Д. С. Кузичкин, С. И. Васильев // Электрооборудование и электротехнологии в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. по мат. VI Всероссийской науч.-практ. конф. – Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2021. – 84 с.
12. Обработка семян электрофизическими методами – залог экологичного развития растениеводства в Республике Беларусь / Е. А. Городецкая [и др.] // Актуальные проблемы устойчивого развития сельских территорий и кадрового обеспечения АПК: материалы

- Междуна. науч.-практ. конф. (Минск, 3-4.06.2021) / редкол.: Н. Н. Романюк [и др.]. – Минск, БГАТУ, 2021. – 680 с.
13. Gorodecka, A. Поведение агрономических показателей семян под влиянием диэлектрической сепарации / A. Gorodecka, Y. Gorodecki. – Bydgoszcz, Республика Польша: Ekologia I Technika, nr 4 (137), 2015. – 214 p.
14. Тарушкин, В. И. Машины для отбора биологически ценных семян / В. И. Тарушкин // Техника в сельском хозяйстве. – 1994. – № 6. – С. 18-19.
15. Городецкая, Е. А. Преимущества и необходимость диэлектрической сепарации при получении гомогенных фракций семян / Е. А. Городецкая, И. Г. Хоровец // Модернизация аграрного образования: Сб. науч. тр. по материалам VII Международ. науч.-практ. конф. (14 декабря 2021 г.) – Томск-Новосибирск: ИЦ Золотой колос, 2021. – 1344 с.
16. Городецкая, Е. А. Электростатические методы для улучшения качества семян сельскохозяйственных культур / Е. А. Городецкая, Ю. К. Городецкий, Е. Т. Титова // Сборник научных трудов Гродненского государственного аграрного университета «Сельское хозяйство – проблемы и перспективы (Агрономия). Под ред. В. К. Пестис. Том 45, Гродно 2019 г.
17. Городецкая, Е. А. Просеивающее оборудование для инновационных технологий / Е. А. Городецкая, Ю. К. Городецкий, Е. Т. Титова // Энергосбережение – важнейшее условие инновационного развития АПК: материалы Междуна. науч.-практ. конф. (Минск, 22.12.2021) / редкол.: Н. Н. Романюк [и др.]. – Минск, БГАТУ, 2021.
18. Диэлектрический сепаратор для получения чистой фракции семян пряно-ароматических растений: пат. 22195 Респ. Беларусь, МПКВ03С7/02, А01С1/00/ Городецкая Е.А., Городецкий Ю.К., Степанцов В.П., Титова Е.Т. / заяв. Белор. гос. аграрн.-технич. ун-т. – № а2000170003; заявл. 04.01.17; опубл. 30.10.18 // Афіцыйны бюл. – 2018. – №5. – С. 58-59.
19. Городецкая, Е. А. Влияние толщины пленочного покрытия рабочего органа на показатели качества семян при диэлектрической сепарации / Е. А. Городецкая, В. В. Литвяк, Т. А. Непарко // Агропанорама. – 2021. – № 6. – С. 22-25.

УДК 633.112.9. «З24»: 636.085.51

ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОЕ БЕЛОРУССКОЙ И РОССИЙСКОЙ СЕЛЕКЦИИ В ЗЕЛЕНОМ КОНВЕЙЕРЕ

М. А. Дашкевич, В. Н. Бушневич

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по земледелию»

г. Жодино, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 220160,

г. Жодино, ул. Тимирязева, 1; e-mail: npz@tyt.by)

Ключевые слова: *тритикале озимое, сорт, диплоидная рожь, тетраплоидная рожь, урожайность, зеленая масса, фаза, облиственность, кустистость, длина и ширина листа, высота растения, химический состав.*

Аннотация. *В результате исследований выявлены сорта тритикале озимого белорусской селекции Славко, Звено, Ковчег и сортообразец 1/17 российской селекции с высокой облиственностью и урожайностью зеленой массы. Установлено, что тритикале озимое на зеленый корм имеет более длинную и широкую листовую пластину, высокую облиственность растений в*