

режимы соответствуют аварийному состоянию сети и в расчет не должны приниматься. Для реальных режимов работы трансформаторов в сельских электрических сетях величины уравнильных токов находятся в допустимых пределах.

Величины уравнильных токов с высшей стороны параллельно работающих трансформаторов (как показали эксперименты) незначительны.

Как известно, нагрузка электрических машин и аппаратов определяется силой тока, протекающего по обмоткам. Экспериментальные исследования параллельно работающих трансформаторов Y/Y_n и Y/Y_n показали, что появление уравнильных токов вызывает, в свою очередь, перераспределение нагрузки между фазами трансформаторов и самими трансформаторами.

Перераспределение нагрузки по фазам каждого трансформатора в отдельности в реальных условиях не представляет опасности, так как при высокой нагрузке одних фаз происходит разгрузка других. Следовательно, тепловой режим трансформаторов будет отличаться от номинального незначительно. Кроме того, следует учитывать высокую нагрузочную способность трансформаторов I и II габаритов в сельских электрических сетях.

Выводы

1. Исследования показали, что трансформатор со схемой соединения обмоток Y/Y_n и Y/Y_n , как имеющий нулевую группу, может работать в параллель с трансформатором Y/Y_n . При этом происходит значительное снижение несимметрии фазных напряжений, как у потребителя, так и в сети, питающей трансформаторы.

2. Возникающие уравнильные токи в реальных условиях эксплуатации существенного влияния на работу трансформаторов не оказывают.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Янукович, Г.И. Пути улучшения показателей несимметрии и несинусоидальности напряжения в сельскохозяйственных электроустановках: монограф. / Г.И. Янукович. – Минск: БГАТУ, 2013.

2. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения: ГОСТ 13109–97.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 12.02.2015

УДК 631.531.011.3:53

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЙ МЕТОД СЕПАРАЦИИ ДЛЯ УСКОРЕНИЯ ПРОРАСТАНИЯ МЕЛКОСЕМЯННЫХ КУЛЬТУР

Е.А. Городецкая,

доцент каф. электротехнологий БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

Н.Н. Вечер,

доцент каф. основ агрономии БГАТУ, канд. биол. наук, доцент

В.С. Корко,

доцент каф. электротехнологий БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

И.Б. Дубодел,

доцент каф. электротехнологий БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

Ю.К. Городецкий,

студент БГАТУ

Приведены результаты модернизации рабочего органа диэлектрического сепаратора и исследований влияния электрофизического воздействия на всхожесть семян пряноароматических культур.

The results the modernization of the working body of the dielectric separator and studies of the effect of electro effects on seed germination of aromatic crops.

Введение

Увеличение количества и качества продукции растениеводства является важной задачей в развитии агропромышленного комплекса Республики Беларусь. Семена, носители биологических свойств, объективно определяют качество и количество получаемого урожая. Получение семян элиты в нашей стране позволило бы производить импортозамещающие и экспортно-

способные продукты, обрести продовольственную независимость. Немаловажным аспектом является снижение пестицидного уровня, получение «Green Food» – продукции, которая ценится во всем мире. Сегодня мировыми общественно-политическими и научными кругами активно продвигается концепция «зеленой» (или «экологичной») экономики. Относительно Беларуси международные эксперты отмечают,

что страна обладает значительным потенциалом для перехода к «зеленой» экономике. Однако тормозит этот процесс слабая подготовленность отечественного сельского хозяйства к экологически чистому производству [1]. Важны технологические приемы выведения семян и посадочного материала из покоя для получения более ранних, дружных и выровненных всходов, закладывающих основу увеличения урожая, получения продукции гарантированного качества. Ученые постоянно разрабатывают новые агроприемы и технические средства для предпосевной обработки семян с целью улучшения их агрономических показателей.

Основная часть

Для оценки влияния предпосевных обработок на физиологические качества, семена, в первую очередь, тестируют на всхожесть – основной параметр оценки жизнеспособности как способности к прорастанию. Методология определения всхожести хорошо развита и непрерывно совершенствуется в сторону повышения воспроизводимости и статистической достоверности результатов. Когда условия прорастания оптимальны, полевая всхожесть, как правило, коррелирует с лабораторной, и сила роста семян может не иметь определяющего значения в дружности и полноте всходов. Однако на практике редко встречаются идеальные условия и стрессорные факторы окружающей среды (например, низкая или высокая температура и/или влажность, нарушение агротехники) вызывают различия в полевой всхожести в зависимости от силы роста семян. Спрос же на продукцию зеленных и пряно-ароматических культур в последнее время резко вырос из-за их высоких питательных свойств и ставшей более рафинированной культуры питания.

Научными исследованиями доказана уникальная и жизненно важная роль пряноароматических и зеленных растений в поддержании тонуса организма человека и снижении степени риска его поражения патогенами, многие растения используются как лечебные средства в традиционной медицине и внесены в Фармакопею [2, 3]. Ценность зеленных растений заключается в том, что они являются «быстрым» источником биологически активных соединений, воздействующих на процессы жизнедеятельности человека, в том числе на защитные силы организма. Выращивание зеленных и пряновкусовых растений с повышенным содержанием биологически активных веществ и антиоксидантов, а также экологизация технологий их возделывания устранил дефицит полноценной экологически чистой продукции «Green Food».

Цель настоящей работы – разработка и исследование электрофизического метода обработки мелких семян пряноароматических растений, обеспечивающего более быструю всхожесть. Потребность в дополнительном, возможно электрофизическом, воздействии на семена *мелкосемянных культур*, с их скромным запасом фосфора, недостаточным для интенсивного начального роста. Кроме этого, они обладают высоким содержанием эфирных масел и требуют специальных усилий в проращивании в связи с

малой водопоглощающей способностью. Нужны воздействия, которые могут активизировать прорастание семян и усиливать жизнедеятельность зародыша на начальном этапе. Положительный эффект от обработки различными стимуляторами может быть получен далеко не у всех видов и не со всеми веществами. Наши исследования подтверждают необходимость электрофизического воздействия на семена, т.к. кроме перечисленных проблем, существует целый ряд инфекционных, бактериальных и смешанных инфекций, поражающих семена и сами растения. Отмечен положительный эффект при использовании нетрадиционных микро-, радиоволновых и плазменных методов обработки растительных объектов [2]. В результате ранее проведенных работ, авторами публикации было выявлено ростостимулирующее действие электромагнитной обработки на диэлектрическом сепараторе семян зерновых культур. Семейство *Зонтичных* – это наиболее крупное и наиболее важное в хозяйственном отношении семейство растений, включающее около 300 родов и 3000 видов, распространенных повсеместно.

Электротехнологические методы основаны на преобразовании электромагнитной энергии в другие виды и их целенаправленном использовании. Особый интерес представляет выявление качественной и количественной связи между показателями электрофизических воздействий и технологических свойств семян, зерна и любой продукции на их основе.

Существующие технологии, обеспечивающие очистку и сортирование семян, основаны на различии их (семян) свойств. Вместе с тем, семена – потенциально живые организмы, их нельзя травмировать, нагревать и помещать в агрессивные среды. При электрических способах сепарации семенных смесей используют различие свойств электропроводности, диэлектрической проницаемости, поляризуемости, способности воспринимать и отдавать заряд. Следует отметить, что электрические свойства обрабатываемого семенного материала находятся в тесной взаимосвязи с их другими физическими и биологическими свойствами.

Метод диэлектрического разделения показал высокую эффективность при получении однородных фракций семян лекарственных, пряноароматических и красиво цветущих коллекционных растений. Диэлектрические сепараторы обладают научной и практической оригинальностью, реализуют конкурентоспособные технологии. Они разделяют сухие сыпучие смеси с учетом электрических свойств частиц на фракции гарантированного качества и нужных свойств [3, 4] (рис. 1). В результате электросепарации в первой фракции получают высококачественные семена.

Очевидно, что при использовании электросепарации можно значительно повысить эффективность использования сеялок при промышленном возделывании культур.

Несмотря на относительно мелкие размеры семян, они не являются абсолютно чистым и однородным материалом (зародыш, эндосперм, иные – т.е. наличие биохимическая неоднородность) и рассматриваются как неоднородный диэлектрик. Никакого отрицательного воздействия на семена после



Рисунок 1. Электросепарация семенного вороха календулы: а) исходная семенная смесь; б) 1-я фракция (чистые семена) после электросепарации; в) 3-я фракция - «сход» с электросепаратора («цветочный мусор» - остатки семенного вороха)

электрофизического воздействия не происходит [5]. Кроме этого, мы наблюдали улучшение фитосанитарного состояния проросших семян после диэлектрического сепарирования.

Соотношением сил в диэлектрических сепарирующих устройствах (ДСУ) можно управлять, что позволяет изменять режимы их работы и устанавливать наиболее оптимальные для получения фракций семян заданного качества. Недостаток бифилярной обмотки, заключающийся в просыпании мелких частиц в межэлектродный зазор и забивании эффективной рабочей зоны, устраняется натяжением пленочного покрытия. Для исследований были взяты тонкие полиэтиленовые пленки, изготавливаемые по ГОСТ 10354-82 (прозрачная полиэтиленовая пленка, получаемая методом экструзии из полиэтилена высокого давления (низкой плотности) и композиций на его основе, содержащих красители, стабилизаторы, скользящие антистатические и модифицирующие добавки) (рис. 2). Кроме этого, проведено обновление самого сепаратора, очистка и покраска соединений и корпуса.

Из таблицы 1 видно, что тонкие пленки, если не рвались на мелких и «мягких» семенах (амарант, ме-

лисса), то затягивали семена под щетку, и в первой фракции лучшего качества оказывалось мало семян. С увеличением толщины пленочного покрытия сепарация проходила все более оптимально (на толщине пленок 0,05...0,06 мм), а затем на толщине 0,07...0,08 мм сепарация, как процесс, прекращалась, и семена просто ссыпались в первую фракцию вместе с частицами,



Рисунок 2. Пленочное покрытие рабочего органа

которые должны были отделяться, т.е. с примесями. На основании этих наблюдений можно сделать вывод

Таблица 1. Исследование сепарации семян на рабочем органе с покрытием разными пленками (масса образца – 30 г, напряжение на рабочем органе – 0,3-1,1 кВ)

Масса 1 фракции семян (напряжение на рабочем органе)	Толщина образцов пленки, мм					
	0,030	0,040	0,050	0,060	0,070	0,080
Укроп (1,0 кВ)	пленка рвалась	22,0	30,0	30,0	28,0 (примеси)	28,0 (примеси)
Фенхель (0,9...1,1 кВ)	пленка рвалась	21,0	30,0	30,0	28,0 (примеси)	29,0 (примеси)
Петрушка (1,0 кВ)	пленка рвалась	20,0	30,0	30,0	28,0 (примеси)	30,0 (примеси)
Амарант (0,3 кВ)	10,0	15,7	29,8	29,9	30,0 (примеси)	30,0 (примеси)
Мелисса (0,4 кВ)	12,0	19,7	29,9	29,9	30,0 (примеси)	30,0 (примеси)

об оптимальной толщине пленочного покрытия рабочего органа для мелкосемянных культур пряноароматических и зеленных растений – это диапазон 0,05...0,06 мм. Использовалось ранее установленное для каждой культуры напряжение на рабочем органе, т.к. оперировать напряженностью электрического или магнитного поля становится сложнее в результате того, что здесь «работает» большое количество точечных поляризованных частиц (семена), а рабочий орган с бифилярной обмоткой представляет собой тело сложной формы с наличием нескольких слоев изоляции. После диэлектрической сепарации на луч-

Таблица 2. Изменение агрономических показателей после электрофизического воздействия

Культура	Посевные качества семян, %			Всхожесть после сепарации	Напряжение на рабочем органе, кВ
	Энергия прорастания до сепарации (контроль)	Энергия прорастания после сепарации	Всхожесть до сепарации (контроль)		
Амарант метельчатый (<i>Amaranthus paniculatus</i> L.)	92,5 ± 3,0	95,5 ± 3,0	96,5 ± 2,0	97,5 ± 2,0	1,5
Амарант хвостатый (<i>Amaranthus caudatus</i> L.)	91,7 ± 2,0	95,7 ± 2,0	94,5 ± 1,0	97,5 ± 1,0	1,5
Иссоп лекарственный (<i>Hys-sopus officinalis</i> L.)	75,1 ± 1,8	77,1 ± 1,8	88,0 ± 3,0	91,0 ± 3,0	1,0
Мелисса лекарственная (<i>Melis-sa officinalis</i> L.)	75,1 ± 1,8	80,1 ± 1,8	88,0 ± 3,0	92,0 ± 3,0	1,0
Фенхель обыкновенный (<i>Foe-niculum vulgare</i> Mill.)	67,5 ± 3,0	73,5 ± 3,0	76,5 ± 2,0	83,5 ± 2,0	1,5-1,7
Укроп	68,8 ± 3,0	72,5 ± 3,0	76,5 ± 2,0	83,5 ± 2,0	1,7-2,0

шем пленочном покрытии семена исследовались на изменение агрономических показателей. Результаты приведены в таблице 2.

Наблюдения показали, что прорастание обработанных семян всех указанных культур происходит на 2-4 дня раньше по сравнению с контрольными образцами. Кроме этого, на 2-6 % увеличилась всхожесть семян. Это очень хороший результат для труднопрорастаемых семян пряноароматических растений.

Заключение

Предложено и исследовано применение диэлектрической сепарации как высокоэффективного метода получения мелких семян высшей категории, что позволяет повысить эффективность работы высевальных агрегатов. Большая группа сельскохозяйственных культур относится к группе мелкосемянных: их очистка на механических ситах становится неэффективной, поэтому предложено использование пленочного покрытия рабочего органа сепаратора. Концепция улучшения качества семян была развита шире и затронула использование методов электрофизического воздействия. Проведенными исследованиями установлено, что под действием электромагнитного поля происходит сокращение сроков прорастания семян, что свидетельствует о мобилизации сил и высвобождении энергетических резервов семени, активизирующих физиолого-биохимические процессы на ранних этапах онтогенеза. Обработка семян на диэлектрическом сепараторе, по сравнению с целым рядом других методов обработки, не сопряжена с трудоемкими и дорогостоящими операциями, не оказывает вредного воздействия на обслуживающий персонал как, например, химическая, радионуклидная обработка или использование пестицидов. Кроме этого, такой метод повышает энергию прорастания семян, их лабораторную и полевую всхожесть, способствует формированию дружных всходов, улучшает фитосанитарное состояние семян и позволяет получать продукцию «Green Food». В данном случае можно говорить о переводе растениеводства в современную систему земледелия – интегрированную или адаптивную, где применяется точное зем-

леделие, когда имеет место использование новейшей техники, ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур, способствующих охране почв и окружающей среды от загрязнения. Таким образом, в наших исследованиях встречаются интересы дальнейшего развития фундаментального и прикладного направлений.

Научно-исследовательская работа выполняется по заданию Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Органическое сельское хозяйство – фактор диверсификации и конкурентной устойчивости производства продуктов питания / Г.И. Гануш, И.А. Грибодова // Агропанорама, 2012. – №5. – С. 31-35.
2. Корко, В.С. Повышение эффективности процессов переработки и контроля влагосодержания злаков электрофизическими методами: монография / В.С.Корко. – Минск: БГАТУ, 2006. – 349 с.
3. Электросепарация и плазменно-микроволновое воздействие на семена и растительные объекты / В.Н. Решетников, Е.А. Городецкая, В.В. Ажаронек // Inzenieria i aparatura chemiczna, Республика Польша, 2006. – № 1-2. – С. 66-67.
4. Предпосевная доработка семян злаковых культур электрофизическими методами / В.С. Корко, А.Е. Лагутин, Е.А. Городецкая // Агропанорама, 2009. – №5. – С. 16-19.
5. 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 сельскохозяйственных культур: межвузовский сборник научных трудов. – Волгоград: РИО ФГОУ ВПО АЧГАА, 2005. – С. 207-210.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 31.03.2015