

УДК 631.362.36:533.9

**ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СЕПАРАЦИЯ – СРЕДСТВО
ПОЛУЧЕНИЯ ФРАКЦИЙ СЕМЯН ГАРАНТИРОВАННОГО
КАЧЕСТВА**

**Городецкая Е.А., к.т.н., доцент¹, Войцеховская Е.А., н.с.²,
Гаранович И.М., к.б.н., в.н.с., доцент²**

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Введение

Диэлектрическая сепарация как средство известна давно. Интересны некоторые теоретические изложения и исследования на современном аппаратурном и изыскательском уровне в условиях Беларуси.

Основная часть

Суть диэлектрического принципа сепарации семян сельскохозяйственных культур заключается в различии значений и направлений сил созданных системой заряженных электродов – бифилярной обмоткой. Принцип работы диэлектрического сепарирующего устройства заключается в том, что на семена, помещенные в электрическое поле, действуют силы, обусловленные этим полем. Следовательно, чтобы достичь необходимых работоспособности и долговечности устройств, определять рациональные режимы их работы и области применения, необходимо знать, какова природа указанных сил и влияющие на них факторы.

Известно [2,3], что при помещении диэлектрических частиц (а к ним в полной мере относятся семена) в электрическое поле, на связанные заряды, образующие в семени диполь, будут действовать силы, которые ведут к смещению зарядов, т.е. к поляризации семени. Семя приобретает диэлектрический момент, а электрическое поле оказывает силовое воздействие на диполь. Несмотря на относительно мелкие размеры семян (гораздо более мелкие, чем, например, древесная щепка), они не являются абсолютно чистым и однородным материалом (зародыш, эндосперм, иные - т.е. налицо биохимическая неоднородность). В связи с этим, семена рассматриваются как неоднородный диэлектрик. Пондеромоторная сила $F_{\text{п}}$ стремится переместить частицу в зону с большей напряженностью электрического поля или прижать ее к поверхности электродов. Именно на эту силу ориентируются при разработке диэлектрических сепарирующих устройств, т.е. для максимального воздействия электрического поля на семена в рабочем пространстве сепарирующего устройства необходимо создавать, во-первых,

максимально возможную напряженность электрического поля, во-вторых, максимальную его неоднородность, при которой можно пренебречь влиянием противоположно связанного заряда семени. Если принять во внимание, что диэлектрическая проницаемость семян пропорциональна их влажности, то, как следует из [1,2], эффективнее сепарировать более сухие семена.

Благодаря многообразию видов поляризации, при диэлектрической сепарации осуществляется разделение частиц с равной массой и размерами (что невозможно на механических ситах и аспирационных каналах), но различным биохимическим составом. И это на порядок более интеллигентное разделение смесей.

Интересен вопрос отрицательного воздействия электрического поля, вызывающего поляризацию семян, на их биохимический состав и постоянство структуры.

Для ответа на этот вопрос была использована мембранная теория переноса вещества в клетках. Известно, что каждая клетка, внутренняя сторона которой заряжена отрицательно, имеет наружную сторону, заряженную положительно. Природа возникновения этих зарядов носит химическую природу и обусловлена внутриклеточными процессами, в результате которых внутри мембраны создается собственное электрическое поле

Учитывая, что мембрана – очень тонкая прослойка в клетках (10^{-9} м), внешнее электрическое поле E_1 можно считать однородным:

$$E_1 = const.$$

Как показал расчет [2], напряженность собственного электрического поля составляет около 200 кВ/см, внешнее электрическое поле E_1 , создаваемое электродами в электросепарирующих устройствах, колеблется в диапазоне 0,5...1,0 кВ/см.

Таким образом, напряженность собственного электрического поля внутри семени сельскохозяйственного растения более чем на порядок превосходит внешнее электрическое поле, необходимое для разделения семян по качеству. Поэтому, внешнее электрическое поле не изменяет нативные свойства семян, что подтверждается экспериментально.

Следует отметить, что для семян, помещенных в электрическое поле, характерно явление остаточной поляризации, вызванное последствием внешнего электрического поля на заряды мембраны клеток семян. Следует отметить, что одним из основных свойств электретов является остаточная поляризация. Установлено, что электретные свойства (остаточная поляризация) начинают уменьшаться с увеличением электропроводности (влажности). Чтобы диэлектрик обладал электретными свойствами его электропроводность должна быть не более 10^{-8} ... 10^{-10} См/см. Следовательно, с

увеличением влажности семян будут ухудшаться их электростатические свойства и разделение вороха семян на составляющие компоненты.

Частицы, помещенные в неоднородное электрическое поле, созданное разноименно заряженными электродами, могут притягиваться к электродам и отталкиваться от них. Соотношением указанных сил в диэлектрических сепарирующих устройствах можно управлять, что позволяет изменять режимы их работы и устанавливать наиболее оптимальные режимы для получения фракций семян сельскохозяйственных растений заданного качества. Следует помнить о большой группе мелкосемянных культур, сепарировать которые на СДЛ-1 с применением обычной обмотки не представляется возможным: семена «перекрывают» активную межвитковую рабочую зону, препятствуя «работе пондеромоторной силы», которая является характерной при диэлектрической сепарации. Рабочий орган модернизировали – рабочий орган обтянули пленкой: тонкой полиэтиленовой пленкой, изготавливаемой по ГОСТ 10354-82 с толщинами от 0,015 до 0,080 мм (прозрачная полиэтиленовая пленка, получаемая методом экструзии из полиэтилена высокого давления (низкой плотности) и композиций на его основе, содержащих пигменты (красители), стабилизаторы, скользящие, антистатические и модифицирующие добавки).

Проведено исследование зависимости эффективности разделения семян на СДЛ-1 от толщины пленки: на обмотку барабана были закреплены образцы полиэтиленовой пленки разной толщины: 0,015, 0,020, 0,025, 0,030, 0,040, 0,050, 0,060, 0,070 и 0,080 мм. Мы можем рекомендовать при электросепарации мелкосемянных культур (крупные коллекции Центрального ботанического сада НАН Беларуси – это семена красивоцветущих однолетников и кустарников) применение полиэтиленовой пленки толщиной 0,03...0,06 мм, как диапазон толщины, с удовлетворительными эксплуатационными качествами и обеспечивающим эффективное разделение смеси. Более тонкие пленки не выдерживали эксплуатационных нагрузок, более толстые перекрывали рабочие зоны и делали сепарацию неэффективной.

Диэлектрические сепараторы обеспечивают отбор биологически ценных семян по совокупности их свойств (с более развитым зародышем, т.е. биологически полноценные), очистку от трудноотделимых семян карантинных сорных растений, калибровку по размерам с учетом их физиологических свойств, определяющих урожайность (битые, колотые или резаные). Диэлектрические сепараторы обеспечивают эффективное разделение многих иных сыпучих смесей по качеству их компонентов: разделение древесной щепы по смолистости, разделение продуктов помола зерна (выделение зародыша), калибровка чайного листа и очистка его от веточек, калибровка травяной резки и круп, очистка дробленого арахиса от кожуры в кондитерском производстве.

Заключение

Исследованные процессы, имеющие место в частицах сыпучих материалов (семена) при помещении их в электрическое поле, говорят о возникновении токов, обусловленных поляризацией частиц, перераспределением потока электрической индукции, слоистой структурой и неоднородностью химического состава. Для разделения сыпучих смесей необходимо выбирать сухой материал, что значительно повышает эффективность электросепарирования (уменьшается потребляемая мощность и повышается полнота разделения). К тому же сам процесс электросепарирования оказывает на семена подсушивающее действие.

Установлено силовое воздействие электрического поля на частицы сыпучей смеси, что является следствием их поляризации. На частицу действуют силы: поляризационная F_p , обусловленная поляризацией частиц; электрострикционная F_c (неоднородность структуры частиц); сила электрического воздействия F_k (свободные заряды частиц). Если диэлектрическая проницаемость внутренних слоев частиц меньше, чем у наружных, то F_k усиливает действие F_z , а если наоборот – ослабляет. Так как появление сил F_p и F_c связано с поляризацией частиц, их целесообразно рассматривать как одну результирующую силу F_z , стремящуюся прижать частицу к электродам, либо переместить ее в зону с большей напряженностью, поскольку диэлектрическая проницаемость частицы больше, чем воздуха. Установлено также, что сила F_z не всегда направлена к электродам. Соотношением сил F_z и F_k в электросепарирующем устройстве можно управлять.

Определены методы и средства, реализующие разделение частиц сыпучих материалов на различные по качеству фракции. Разделение частиц сыпучих смесей в электрическом поле происходит либо при наличии различий в диэлектрических проницаемостях, либо при наличии различий в динамике поляризации и деполяризации частиц, обусловленных различным биохимическим составом, но имеющих подобные физико-механические свойства.

Раскрыт механизм разделения сыпучей смеси электросепарированием. Установлено, что на ЭСУ смеси разделяются по совокупности механических и биохимических свойств. Отсутствие или снятие напряжения на электродах рабочего органа сопровождается деполяризацией частиц, следовательно, отсутствуют противопоказания широкому применению ЭСУ на пищевых продуктах.

Установлена зависимость электрической силы, действующей на частицы в электрическом поле, от диэлектрических свойств этих частиц и технологических параметров рабочего органа. Недостаток, свойственный бифилярной обмотке ДСУ, заключающийся в просыпании частиц мелких

продуктов в межэлектродный зазор и забивании его эффективной рабочей зоны, может быть успешно устранен установкой пленочного покрытия обмотки. Одновременно достигается наведение в частицах сепарируемой смеси внутренней поляризации (пленочное покрытие препятствует инжекции зарядов и стеканию поляризации).

Литература

1. Городецкая Е.А. Диэлектрическая сепарация пищевой картофельной муки / Дисс. на соиск. уч. степени канд. технич. наук. Москва, 1993.
2. Садкевич К., Садкевич Ю., Садкевич Я. Польская аппаратура для исследования зерна, муки и хлебобулочных изделий// Wydawnictwo Uczelniane Akademii Techniczno- Rolniczej, Bydgoszcz, 2005. – 156 s.
3. Авторское свидетельство № 1650065 «Способ получения пищевой картофельной муки» Авторы: Городецкая Е.А. и др., указанные в опис., МИ-ИСП им. Горячкина В.П., Москва, 1991.
4. Авторское свидетельство № 1764701 «Устройство для разделения сыпучих материалов» Авторы: Городецкая Е.А. и др., указанные в опис., МИ-ИСП им. Горячкина В.П., Москва, 1992.

УДК 663.421

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА СОЛОДА

Пашинский В.А., к.т.н., доцент¹, Бондарчук О.В., аспирант²

¹УО «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова»,

²УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Введение

Из-за расхода сухих веществ на развитие ростков, корешков и дыхание зародыша производство солода связано с их значительной потерей. Эти процессы взаимозависимы, и подавление дыхания неизбежно вызывает торможение роста. Поэтому способы интенсификации производства солода связаны, прежде всего, с факторами, влияющими на эти процессы [1].

Основная часть

В настоящее время существуют различные химические и биологические способы воздействия на зерно для повышения экстрактивности солода: перезамачивание зерна; использование активаторов роста зерна и ингибиторы процесса дыхания ячменя при проращивании; добавление в замочную воду щелочных растворов ускоряющих процесс замачивания ячменя; введение отдельных ферментов или их комплексов в замочную воду. В практическом отношении пред-