

$$P_p = K_p \sum_{i=1}^n k_i p_n; \quad (6)$$

$$Q_p = 1,1 \sum k_u p_n t g \varphi \text{ (для } n < 10); \quad (7)$$

$$Q_p = \sum k_u p_n t g \varphi \text{ (для } n > 10); \quad (8)$$

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}; \quad (9)$$

$$I_p = S/\sqrt{3} \cdot U_H. \quad (10)$$

Для значительного числа электроприемников (несколько десятков), когда расчеты получатся громоздкими, а потому затруднительными, применяют упрощенную формулу для расчета числа n_3 (вместо формулы 3):

$$n_3 = \frac{2 \sum P_n}{P_{\text{нмакс}}}, \quad (11)$$

где $P_{\text{нмакс}}$ – наибольшая мощность электроприемника группы.

В результате расчета по упрощенной формуле (11) может оказаться n_3 больше n , тогда следует принимать $n_3 = n$. Для случая, когда для электроприемников электроустановки отношение $P_{\text{нмакс}} / P_{\text{нмин}} \leq 3$, то также принимают $n_3 = n$. Здесь $P_{\text{нмакс}}$, $P_{\text{нмин}}$ – номинальные мощности соответственно наиболее мощного и наименьшего по мощности электроприемников рассчитываемой группы ЭП.

При решении данной задачи упрощенную формулу при необходимости целесообразно применить только при расчете нагрузок по зданию в целом.

Заключение

1. Минимизировать потери активной мощности в цеховых трансформаторах возможно путем оптимизации трансформаторных мощностей в нормальном и послеаварийном режимах.

2. Снижение потерь активной мощности в силовых трансформаторах обеспечивается улучшением качества электроэнергии, а также обновлением трансформаторного парка, выполненного по высокоэффективным технологиям.

3. Снижения потерь х.х. достигается за счет:

- повышения качества электротехнической стали с повышенной магнитной проницаемостью со сниженными удельными потерями на перемагничивание и вихревые токи;
- проектирования сердечника трансформатора для работы с низким уровнем индуктивности;
- применения аморфных сталей, потери в которых в 3–4 раза меньше чем в обычных сталях;
- использования листовой стали со сниженной толщиной листа (до 0,18 мм).

ЛИТЕРАТУРА

1. Энергосберегающее оборудование. Восточноевропейский журнал передовых технологий, № 6, 2012. – с. 12.
2. Держский В. Г. Выбор мероприятий по снижению потерь электроэнергии в распределительных сетях. / В. Г. Держский, В. Ф. Скиба // Энергосбережение · Энергетика · Энергоаудит, № 6, 2009. – с. 20 – 21.
3. Проектирование электроустановок. Практикум: учебно-методическое пособие/ П. В. Кардашов, Н. И. Павликов, О.В. Бондарчук. – Минск : БГАТУ, 2019. – 144 с.
4. Кирисов И.Г. Минимизация потерь в силовых трансформаторах при изменении режима нагрузки. / И. Г. Кирисов, Т. И. Овчаренко // Энергосбережение · Энергетика · Энергоаудит, № 6, 2014. – с. 49 – 56.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ СЕМЯН САЛАТОВ К ПОСЕВУ ENERGY EFFICIENT TECHNOLOGIES OF PREPARATION OF SALAD SEEDS FOR SOWING

В. А. Пашинский, В. В. Сивуха
V. Pashynski, V. Sivukha

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,
г. Минск, Республика Беларусь, pashynski@mail.ru
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, the Republic of Belarus*

Приведена обзорная информация о возможности подготовки семян к посеву, с целью повышения всхожести и урожайности, путем воздействия на их переменного неоднородного электрического поля высокой напряженности.

An overview is given on the possibility of preparing seeds for sowing in order to increase germination and productivity by exposing them to a variable non-uniform electric field of high intensity.

Ключевые слова: семена, электрическое поле, поляризация, заряд.

Keyword: seeds, electric field, polarization, charge.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2021-2-311-314>

Качество семенного материала в решающей степени определяет качество и количество получаемого урожая. Сельскохозяйственное производство предъявляет к семенам определённые требования, установленные государственными стандартами.

Производство семян включает ряд технологических мероприятий: послеуборочное хранение, предпосевная обработка, обеззараживание, посев. На каждой стадии производства и хранения на семена возможно негативное влияние природно-климатических и хозяйственных факторов, которые снижают их качество. При неудовлетворительных условиях хранения или выращивания семена теряют естественную всхожесть, заражаются болезнями, повреждаются насекомыми-вредителями или при механической обработке. Специалисты сельскохозяйственного производства и учёные постоянно ищут способы и средства для повышения посевных качеств семян. Следует учесть, что эффективность предпосевной обработки семян в значительной мере зависит от тех условий, в какие они попадают. Чаще всего стимулирующие рост и развитие методы показывают аналогичные результаты при их использовании в различных условиях, но уровень их эффективности будет при этом разным. В настоящее время разработаны различные методы предпосевной подготовки семян.

Все методы предпосевной обработки семян условно разделяются на три класса: механические, физические и химические. Механические методы подготовки семян (очистка, сортировка на фракции по плотности, размерам, электросепарация и т. д.) используются во всех без исключения системах, предваряя физические и химические методы воздействия.

К химическим методам относятся: замачивание в растворе микроэлементов, использование стимуляторов роста, осмообработка, протравливание, инкрустация. На сегодняшнее время существует широкий спектр химических средств, влияющих на урожай сельскохозяйственных культур. В большинстве случаев это сложные химические соединения, устойчивые к внешним воздействиям (воздух, солнечное излучение, вода и пр.) и не разлагающиеся в природе даже в течение многих лет. Эти химические соединения включаются в кругооборот веществ на планете и, будучи смертельно опасными для человека и животных, распространяются по всей биосфере. К тому же химические способы обработки семян имеют высокую себестоимость.

Наибольший интерес для получения экологически чистой продукции представляют физические факторы воздействия электромагнитного поля, такие как гамма-излучение, рентгеновские, ультрафиолетовые, видимые оптические, инфракрасные, СВЧ излучение, радиочастотные, магнитное и электрическое поле, облучение альфа- и бета-частицами, ионами различных элементов, гравитационным воздействием и т.д. Использование гамма и рентгеновского облучения опасно для жизни человека, а потому малоприспособно для эксплуатации в сельском хозяйстве. Актуальным является исследование воздействия электромагнитных полей при выращивании зерновых, пасленовых, масличных, бобовых, бахчевых культур и корнеплодов [1].

Электрическое поле (как постоянное, так и переменное) является довольно известным фактором воздействия на различные биологические среды и объекты, в том числе и на семена. Некоторыми исследователями установлено влияние электрообработки на отдельные характеристики зерновок (всхожесть и т.д.), получены определенные результаты и выполнено их математическое описание. Однако, как правило, авторы рассматривают только один или несколько параметров электрического поля и оценивают их количественное влияние, не объясняя природу и механизм полученных изменений.

Такой подход является некорректным, поскольку электрическое поле – это форма материи, оказывающая комплексное воздействие на биологические объекты как на макро-, так и на микроуровне. При этом изменяется протекание целого ряда внутриклеточных процессов, что далее вызывает более масштабные эффекты (изменение характеристик зерна). Таким образом, можно вести речь в определенной степени об информационном, управляющем воздействии, которое при весьма низких энергозатратах способно обеспечить значительный эффект.

При внесении семян в электрическое поле в них и в рабочей зоне, создающей это поле, протекают сложные электрические процессы, которые взаимосвязаны и взаимообусловлены. В электрическом поле на семена действуют пондеромоторные силы, обусловленные свободными зарядами семени (\vec{F}_e), смещенными поляризованными зарядами (\vec{F}_i) и зарядами, появляющимися на границах раздела слоев семени, так называемая электрострикционная сила (\vec{F}_n) [2]. Сила (\vec{F}_e) – результат взаимодействия поля со свободными зарядами, которые семена могут приобрести при взаимодействии коронного заряда, трения и т. д. Если объемную плотность зарядов семени обозначить через ρ , то

$$\vec{F}_e = \int_r \rho \vec{A} d\tau. \quad (1)$$

Взаимодействие смещенных зарядов семян с внешним электрическим полем приводит к появлению силы \vec{F}_i (296).

$$\vec{F}_i = -\frac{1}{2} \int_0^v A^2 \text{grad} \varepsilon dv, \text{ или } \vec{F}_i = \int_0^v n \overline{p} \text{grad} |\vec{E}| dv, \quad (2)$$

где $\text{grad} \varepsilon$ и $\text{grad} |\vec{E}|$ – градиенты, учитывающие неоднородность диэлектрической проницаемости и электрического поля в семени; n – число диполей в единице объема; dv – элемент объема; ε – абсолютная диэлектрическая проницаемость семени; \overline{p} – электрический момент.

Из (2) следует, что сила \vec{F}_i зависит не только от напряженности электрического поля, но и от его неоднородности, поляризуемости семян, а последняя – от их биологического состояния и химического состава. Необходимое условие появления силы \vec{F}_i – неоднородность электрического поля.

При помещении семян с относительной диэлектрической проницаемостью ε_1 в поле двух электродов, на поверхностях ячменя, обращенных к положительно заряженному электроду, наводится отрицательный заряд Q_- , а на противоположной стороне – положительный Q_+ . На эти заряды действует электрическое поле и если оно неоднородно, то возникают две различные по направлению и значению силы:

$$\vec{F}'_i = Q_- \vec{E}_1 \quad (3)$$

$$\vec{F}''_i = Q_+ \vec{E}_2. \quad (4)$$

Силы \vec{F}'_i и \vec{F}''_i – направлены под углом α , отличным от 180° . Тогда по теореме косинусов получим

$$F_i = \sqrt{(F'_i)^2 + (F''_i)^2 + 2F'_i F''_i \cos \alpha}. \quad (5)$$

Поляризационная сила F_i создана разноименно заряженными электродами и зависит от угла α , который определяется пространственным расположением электродов относительно семени. При симметричном расположении семени

$$\vec{F}_i = 2EQ \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right).$$

Зависимость $A = \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ от α с ростом угла α и сила \vec{F}_i уменьшаются.

Электрострикционная сила \vec{F}_c вызывает внутри семени деформацию (сжатие или растяжение отдельных слоев). Деформация приводит к изменению плотности семени, что изменяет ее диэлектрическую проницаемость.

Ввиду высокой сложности и малоизученности указанных клеточных процессов целесообразно их рассматривать не прямым исследованием и моделированием, а путем изучения воздействий, более доступных для наблюдения. К указанным воздействиям относятся, в частности, электрические силы, действующие на отдельные элементы семени, механические силы, а также энергия электромагнитного поля, поглощаемая клетками.

Силы, действующие на частицы в электрическом поле, подразделяют на электрические и механические. К электрическим силам относятся:

- электрическая кулоновская сила;
- результирующая сила, действующая на диполь; под действием этой силы происходит притягивание разноименно заряженных частиц и отталкивание одноименно заряженных;
- пондеромоторная сила, которая возникает только в неоднородных электрических полях;
- сила зеркального отображения.

К механическим силам относятся, прежде всего, сила тяжести и сила сопротивления среды.

Заряды внутри семени, вызванные воздействием внешнего электрического поля создают электрострикционную силу, которая либо сжимает, либо растягивает отдельные слои семени. Происходит деформация биомембран, что является определяющим фактором изменения их проницаемости.

Деформация слоев зерна приводит к изменению его влагоудерживающей способности, что может оказать существенное влияние на процессы замачивания, активизации ферментов и растворения запасных веществ эндосперма.

Вследствие поглощения энергии проникающего электромагнитного поля происходят локальные микроразрушения цитоплазматических оболочек растительных клеток зерновых культур, являющихся основным препятствием в диффузионно-осмотических процессах, которые оказывают существенное влияние на водопоглощение.

Семена содержат физико-химически и механически связанную влагу. Первая обладает невысокой энергией связи, что приводит к быстрому смещению динамического равновесия между свободной и связанной влагой в зерне при изменении внешних факторов, таких как напряженность электрического поля и температура. При их повышении разрушаются связи адсорбционных молекул воды, часть их десорбируется с активных центров, образуя свободную воду. Оставаясь в объеме зерна, свободная вода влияет на физико-химические свойства биополимеров, вызывает повышение гибкости и подвижности боковых цепей их макромолекул. Что в дальнейшем способствует более раннему образованию в зерне фитогормонов – гиббереллиновых кислот (ГК).

Схема действия гиббереллина при прорастании зерновки ячменя представлена на рисунке 1.

Фитогормоны в прорастающих семенах способствуют расщеплению крахмала. На биохимическом уровне установлена способность гиббереллинов индуцировать экспрессию генов α -амилазы и других гидролитических ферментов в алейроновом слое эндосперма при прорастании семян злаков.

Таким образом, зерно обладает мощной ферментативной системой, активность которой зависит от состояния окружающей среды. Изменяя температуру зерна и напряженность электрического поля, можно регулировать активность ферментов, следовательно, и управлять биохимическими и технологическими свойствами зерна.

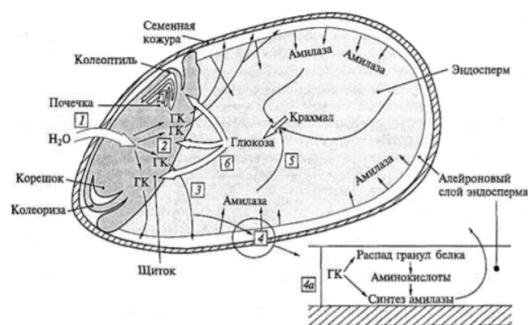


Рис. 1 – Зерновка злаков при прорастании

Установлено, что при помещении зерна в электрическое поле возникают токи, обусловленные поляризацией, перераспределением потока электрической индукции, обусловленные слоистой структурой и неоднородностью химического состава. Показано, что для предварительной обработки семян следует брать сухой материал, так как при использовании влажного материала токи будут проходить по поверхности зерна, не затрагивая внутренних слоев, соответственно, не будут создаваться напряжённости внутри зерновки и воздействие будет малоэффективно.

Протекание токов внутри зерна, обусловленное поляризацией, связано с поглощением энергии источника поля. Это ведет к нагреву зерновок. Количество поглощенной энергии сильно зависит от частоты. Так как исследованиями установлено, что при низких частотах (50...100 Гц) вектор напряженности электрического поля (E) совпадает с вектором поляризации (P), то в этом случае процессы в семени являются столь медленными, что потери энергии в зерне и его нагрев незначительны.

Закключение

1. Исследование способов подготовки семян к посеву, в том числе и физических, находится среди приоритетов устойчивого развития сельскохозяйственной отрасли и поддерживается правительствами многих стран, включая Республику Беларусь.

2. Разработка способа интенсификации процесса предпосевной обработки семян путем воздействия на них переменного неоднородного электрического поля высокой напряженности с целью повышения всхожести и урожайности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Басов А. М. Электротехнология / А.М.Басов и др. – М.: Агропромиздат, 1985. – 256 с.
2. Прищеп Л. Г. Эффективная электрификация защитного грунта. – М.: Колос, 1980. – 208 с.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГООБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ENERGY AND ENVIRONMENTAL ESTIMATIONS OF THE EFFICIENCY OF POWER OBJECTS ON THE BASIS OF RENEWABLE ENERGY SOURCES

Г. И. Сидоренко¹, С. В. Артемчук²
G. Sidorenko¹, S. Artsiamchuk²

¹Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
г. Санкт-Петербург, Россия, sgenergom@yandex.ru

¹Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia

²Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,
г. Минск, Республика Беларусь, artemchuk56@mail.ru

²Belarusian State University, ISEU BSU, Minsk, Republic of Belarus

Структура производства энергии в мире меняется в сторону увеличения доли возобновляемых источников энергии. Произошло значительное снижение удельных капитальных вложений в объекты возобновляемой энергетики. На принятие решений значительно влияют оценки энергетической и экологической эффективности жизненных циклов энергообъектов. Включение энергетических и экологических показателей в систему оценок при выборе наиболее эффективных энергетических технологий крайне необходимо и позволит более объективно принимать решение.