

# ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА НЕКОТОРЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ СТИМУЛИРОВАНИИ СЕМЯН

Юсубалиев А. Email: Yusubaliev17139@scientifictext.ru

*Юсубалиев Аширбай - доктор технических наук, профессор,  
кафедра электроснабжения и возобновляемых источников энергии, факультет энергообеспечения сельского и  
водного хозяйства,*

*Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства,  
г. Ташкент, Республика Узбекистан*

**Аннотация:** в статье рассматриваются некоторые биологические механизмы в семенах под воздействием внешнего электрического поля. Стимулирование биоактивности семян происходит в результате повышения генной активности хроматина путем деконденсирования его инактивной части, для чего в клетках семени необходимо образование специальных веществ – триггер-эффекторов. Происходит повышение проницаемости мембран клеток из-за поляризации и зарядки мембранного бислоя, что приводит к усилению потока веществ в клетку и синтеза белков. В совокупности это ускоряет поступление питательных веществ из семядолей в зародыш будущего растения.

**Ключевые слова:** семена, электрическое поле, хроматин, мембрана, поляризация, ускорение, стимуляция, зародыш, растение.

## THE INFLUENCE OF THE ELECTRIC FIELD ON SOME PROCESSES WHEN STIMULATING SEEDS

Yusubaliev A.

*Yusubaliev Ashirbay – Doctor of Technical Sciences, Professor,  
DEPARTMENT OF POWER SUPPLY AND RENEWABLE ENERGY SOURCES, FACULTY OF AGRICULTURE AND  
WATER RESOURCES MANAGEMENT,  
TASHKENT INSTITUTE OF ENGINEERS OF IRRIGATION AND MECHANIZATION OF AGRICULTURE,  
TASHKENT, REPUBLIC OF UZBEKISTAN*

**Abstract:** the article discusses some of the biological mechanisms that occur in the seeds as a result of exposure to an external electric field. Stimulation of seed bioactivity occurs as a result of an increase in the chromatin gene activity by decondensing its inactive part, which requires the formation of special substances — trigger effectors — in seed cells. There is an increase in the permeability of cell membranes due to polarization and charging of the membrane bilayer, which leads to increased flow of substances into the cell and the synthesis of proteins. Together, this accelerates the flow of nutrients from the cotyledons to the embryo of the future plant.

**Keywords:** seeds, electric field, chromatin, membrane, polarization, acceleration, stimulation, germ, plant.

УДК 581.142

В семени вся информация заключена в ДНК хроматина клеточного ядра, представляющего собой субстанцию хромосом и состоящего из ДНК, РНК, белков, липидов и катионов ряда металлов [1, 2]. Он осуществляет координацию пространственного и временного развертывания генетического фонда клеток и включает его в текущие морфогенетические процессы и может находиться в двух структурных состояниях: диспергированном (диффузном) и компактном (конденсированном). Диспергированный хроматин является функционально активной частью, способную поддерживать процесс синтеза ДНК в клетках, находящихся в состоянии интенсивного обмена. Конденсированный хроматин функционально неактивен и он составляет основную часть хроматина клеток покоящихся семян. В диспергированном хроматине содержится функционально активная лабильная ДНК, участвующая в текущих жизненных процессах. В конденсированном хроматине же локализована стабильная ДНК, которая вследствие блокирующего действия глубоко ингибирована гистонами и лишена метаболической активности. Поэтому в покоящихся семенах отсутствует синтез информационной РНК и ферментов.

Таким образом, между структурным состоянием хроматина, ДНК в клеточных ядрах и интенсивностью метаболических, морфогенетических процессов у растений существует прямая связь. Во всех случаях в активно функционирующих клетках растений хроматин более диспергирован и клеточные ядра богаче лабильной и генетически активной ДНК. В покоящихся клетках хроматин компактен, а ДНК почти целиком представлена её стабильной инактивированной частью.

В основе регуляции активности хроматина лежат процессы конденсации и дезагрегации, т.е. репрессии и дерепрессии отдельных частей хроматина и участков ДНК. Процесс активирования семени наступает при изменении соотношения в сторону увеличения диспергированного составляющего хроматина и дерепрессии ДНК вследствие снижения уровня ингибиторов (гистонов). Отсюда следует,

что основной задачей стимулирования биоактивности семян воздействием электрического поля является повышение генной активности хроматина путем деконденсирования его инактивной части, т.е. изменение его структурного состава и функционального состояния. Для осуществления этой задачи в клетках семени необходимо образование специальных веществ – триггер-эффекторов, как бы пускающих процесс деблокирования (дерепрессии) генов и начало обменных процессов [3, 4].

Из анализа ранее проведенных исследований по стимулированию биоактивности семян зерновых, овощных и технических культур [1], следует, что при наложении электрического поля в биомембранах происходит образование свободных радикалов белков – ферментов, обладающих повышенным уровнем энергии и биохимической активности (рисунок). Особенно этот процесс усиливается в кожуре и зародыше ядра семян, где содержатся лигнин и госсипол, способные, взаимодействуя со свободными радикалами, образовать различные гидроперекиси, синтезирующие впоследствии триггер-эффекторы (ауксин, геберрилиновая кислота и др.) [5-8]. С образованием последних, после воздействия электрического поля, происходит деконденсирование хроматина в физиологических нормах, что способствует повышению генной активности клеточного ядра и усилению синтеза и накопления информационной РНК.

Однако в первые дни после обработки семян в электрическом поле содержание конденсированного хроматина клеточных ядер значительно превышает физиологические нормы, что вызывает ингибирование синтеза РНК и снижение генетической активности клеточного ядра. По-видимому, отлежка семян необходима для восстановления этих процессов. При этом в процессе обратного конденсирования хроматина часть генов, открытых электрической обработкой, остается неконденсированной, т.е. функционирующей, тогда как у необработанных семян они остаются в инактивированном состоянии. Остающиеся в открытом состоянии после электрообработки участки хроматина соответствуют генам, ответственным за проявление количественных признаков продуктивности [1].



Рис. 1. Схема протекания биохимических процессов при стимулировании биоактивности семян в электрическом поле

Для начала процессов прорастания семени большую роль играет проницаемость биомембран клетки и многочисленных мембран субклеточных морфологических структур (митохондрий, ядра и др. органелл). Поэтому другой задачей электростимуляции семян является повышение проницаемости мембран клеток для интенсификации поступления питательных веществ из семядолей в зародыш будущего растения.

Таким образом, в результате воздействия электрического поля увеличивается количество функционирующих генов. Это приводит к увеличению скорости формирования отдельных тканей и органов зародыша растения, что является одной из главных причин стимулирующего действия электрического поля. Поскольку открываемые электрическим полем гены через определенное время снова закрываются, стимулирующий эффект проявляется лишь в течение определенного периода после электрообработки.

Именно этим можно объяснить необходимость определенного времени для отлежки семян от момента их обработки в электрическом поле до посева, в течение которого биологическая активность семян повышается. Так этот период для семян хлопчатника составляет от 7 до 11-15 дней в зависимости от селекционного сорта и режимов обработки [8]. Стимуляционный эффект затем сохраняется в течение 40-100 дней, после чего он сглаживается, т.е. стимуляция биоактивности семян нивелируется вследствие обратного конденсирования хроматина. Причем, срок отлежки семян можно регулировать путем изменения напряженности поля и экспозиции воздействия. Большим дозам соответствует более продолжительное сохранение эффекта стимуляции [10].

Таким образом, электрообработка семян вызывает диспергирование хроматина клеточного ядра, физиологически нормальное соотношение диффузного (генетически активного) и конденсированного хроматина восстанавливается в процессе отлежки семян. Однако определенная часть диспергированного хроматина продолжает функционировать и в процессе прорастания семян, что проявляется в увеличении

интенсивности синтеза, накопления новой синтезированной РНК, а также различных морфо-генетических эффектах. Это свидетельствует о положительном действии электрического поля на рост и развитие через генетический аппарат клетки – хроматин клеточных ядер.

Специфическим проявлением воздействия электрического поля является возможность непосредственного разделения цепей ДНК (переход от спаренного состояния к неспаренному), что может послужить пусковым механизмом для разделения хромосом в клеточном ядре. В результате ускоряется разделение (размножение) клеток, что также приведет к стимуляции биоактивности семян.

При обработке семян в электрическом поле происходят и другие процессы, вызванные наложением электрического поля на живую клетку, обладающую биопотенциалом. Клеточные мембраны, управляющие многочисленными функциями клетки, несут на своей внешней стороне положительные заряды. Изменение биопотенциала приводит к возбуждению клетки, всегда способствующему усилению обмена веществ.

Большую роль в организации процессов метаболизма клетки играют так называемые ионные насосы, находящиеся в мембранах и представляющие собой белковые молекулы, предназначенные для транспортировки ионов калия, кальция, натрия, водорода и др., играющих важную роль в процессах синтеза веществ на молекулярном уровне. Транспорт ионов калия во внутрь клетки и в обратном направлении ионов натрия создают потенциал покоя мембраны. Именно благодаря потенциалу, т.е. электрическому полю мембраны, осуществляется транспорт ионов: электрическое поле как бы втягивает эти ионы в клетку. При наложении внешнего поля происходит поляризация и зарядка мембранного бислоя, что приводит к увеличению энергии электрического поля и усилению потока веществ в клетку и синтеза белков – ферментов, вследствие открывания и закрывания соответствующих каналов.

#### **Выводы**

1. Наложение внешнего электрического поля приводят к физиологическим изменениям, выражающимся в ускорении процессов дыхания, прорастании семян и улучшении протекания развития и урожайности растений в последующем.

2. Срок отлежки после обработки семян необходима для восстановления соотношения диффузного (генетически активного) и конденсированного хроматина, причем определенная часть диспергированного хроматина продолжает функционировать и в дальнейшем.

#### ***Список литературы / References***

1. *Хасанова З.М.* Влияние электрического поля постоянного тока на некоторые физиоло-биохимические процессы и урожай яровой пшеницы: Дисс. ...канд. биол. наук. Уфа.1973.115 с.
2. *Юсубалиев А., Пиримов О.Ж., КурбонбоевТ.О.* Возможности по-вышения качества хлопка-сырца рассортировкой летучек в электрическом поле // Проблемы современной науки и образования, 2016. № 33 (75). С. 20-22.
3. О реакции семян на воздействие электрического поля при их элек-тростимулировании // Материалы республиканской научно – практической конференции Самаркандского СХИ. Самарканд, 2006. С. 204-205.
4. *Юсубалиев А., Курбонбоев Т.О.* Повышение четкости разделения семян хлопчатника в диэлектрическом устройстве // Проблемы современной науки и образования, 2016. № 33 (75). С. 22-24.
5. *ИбрагимовА.П.* Радиационно-биохимические эффекты в семенах хлопчатника и некоторых биологически важных веществах после гамма-облучения. Ташкент: Фан, 1969. 244 с.
6. *Юсубалиев А., Хусанов А.М.* Возможности повышения урожай-ности путем обработки семян томата в электрическом поле// Проблемы современной науки и образования, 2018. № 5 (125). С. 28-31.
7. *Березина Н.М., Сабешкина Л.М.* Воздействие электромагнитных колебаний на семена // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства, 1974. № 2. С.15-17.
8. *Юсубалиев А., Раджабов А.* Стимулирующие факторы воздейст-вия электрического поля на семена хлопчатника // Вестник аграрной науки Узбекистана, 2006. № 3. С. 67-73.
9. *Юсубалиев А., Пиримов О.Ж., КурбонбоевТ.О., Хусанов А.М.* Электросортировка хлопка-сырца повышает эффективность хлопководческих кластеров // Проблемы современной науки и образования, .2018. № 8 (125). С. 12-15. (DOI: 10 20861/2304-2338-2018-128-004).
10. *Юсубалиев А., Турсунов А.* Влияние предпосевной стимуляции на биоактивность семян и потомственных растений хлопчатника // Материалы V-й международной научно-практической конференции «Приоритетные направления развития современной науки молодых ученых» (11-13 мая 2016г, ПНИИАЗ). С. 261-264.