

## ВЛИЯНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА ВНУТРИСЕМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ И ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ СОРТА «ХЕРСОНСКАЯ»

Корнаухов П.Д.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГОУ ВПО «Ижевская ГСХА», Ижевск, e-mail: [iwry4e@gmail.com](mailto:iwry4e@gmail.com)

Проведен анализ влияния воздействия электрического поля на внутрисеменные процессы и всхожесть семян пшеницы «Херсонская». Определены показатели, наиболее полно отображающие изменение характеристик биологических процессов внутри семени: изменение pH вблизи поверхности зародыша семян и вдали от нее, гидролитическая активность ферментов эстераз, высвобождаемых в ходе набухания семян и кинетика выхода продуктов их реакции, а также число семян с проростками и с корнями. Исходя из полученных данных, сделан вывод о неэффективности длительной обработки семенного материала электрическим полем ввиду того, что это может привести к стимуляции также более поздних стадий развития и нарушить нормальную последовательность реакций в ходе процессов прорастания семян за счет их десинхронизации, что особенно существенно при прохождении процессов морфогенеза. В то же время краткая по времени обработка положительно сказывается на показателях всхожести.

Ключевые слова: электрическое поле (ЭП), всхожесть, эстеразы

## THE EFFECTS OF ELECTRIC FIELDS EXPOSURE ON PROCESSES INSIDE THE SEED AND GERMINATION OF THE WHEATS VARIETY "KHERSONSKAYA" SEEDS

Kornaukhov P.D.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Izhevsk State Agriculture Academy, Izhevsk, e-mail: [iwry4e@gmail.com](mailto:iwry4e@gmail.com)

We have analyzed an influence of the electric field on processes inside the seed and germination of the wheats variety "Khersonskaya" seeds. There were identified indicators that best shows historical performance of biological processes within the seed pH changes near the seed embryo and also far from it, the hydrolytic activity of esterases released during imbibition and the kinetics of the reaction products thereof, as well as the number of seeds with sprouts and roots. Based on the obtained data, the conclusion about the ineffectiveness prolonged treatment of seed electric field due to the fact that it can also lead to a stimulation of the later developmental stages and impair the reaction sequence during seed germination processes due to their desynchronization, which is especially important during the passage of morphogenesis. At the same time, short time treatment has a positive effect on the germination rate.

Keywords: electric field (EF), germination, esterases

Проблема повышения производства сельскохозяйственных культур на сегодняшний день чрезвычайно актуальна, поскольку одной из стратегических задач агропромышленного комплекса является обеспечение населения России продовольственными продуктами собственного производства. Одним из важных мероприятий является повышение урожайности этих культур путем всемерного улучшения семеноводства и повышения качества семенного материала, увеличения полевой всхожести семян[5].

Необходимость увеличения производства сельскохозяйственных культур на сегодняшний день является высокоприоритетной задачей, поскольку она напрямую воздействует на обеспечение населения России (вкуче с экспортом за рубеж) продуктами питания. Одним из ключевых факторов здесь является повышение урожайности этих культур, в том числе с помощью различных методик предпосевной обработки материала[1].

Конечно, вопрос повышения урожайных и посевных качеств семян и увеличение адаптивности соответствующих растений вкупе с получением экологически чистой продукции сейчас является весьма насущным. Несмотря на это, большинство сельхозпроизводителей и поныне прибегают к основанным на использовании химических и биохимических препаратов, стимулирующих прорастание семян способам предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур. Однако науке известны альтернативные способы предпосевной обработки семян, в том числе физическими факторами, в частности, электрическими и магнитными полями[2].

Воздействие ЭП на семена вызывает изменение ионной силы и pH в примембранном слое с последующим их влиянием на высвобождение белков из связанного на мембранах состояния. Эксперименты подтвердили влияние обработки электрическим полем на активацию ферментов эстераз, изменение pH и на рост корней и проростков из семян пшеницы.

Переход семян от состояния покоя к прорастанию на первых стадиях проходит в одном направлении – к высвобождению различных структур из связанного состояния, причем существует определенная последовательность процессов – сначала идет формирование корней и лишь затем образуются проростки.

Надежность регистрации повышается и за счет измерения нескольких показателей, которые могут быть сопоставлены между собой и данными контроля. Такими показателями являются: изменение pH вблизи поверхности зародыша семян и вдали от нее, гидролитическая активность ферментов эстераз, высвобождаемых в ходе набухания семян и кинетика выхода продуктов их реакции, а также число семян с проростками и с корнями, длины проростков и другие, более косвенные биологические характеристики/

Длительное воздействие ЭП приводит не только к снижению скорости роста проростков, но и к общему падению всхожести. При этом семена с низкой всхожестью особенно восприимчивы к длительной обработке, тогда как у семян с более высокой всхожестью данный показатель снижается ниже, что не отменяет того, что долговременное воздействие ЭП на материал нежелательно. Ощутимо падает и показатель длины полученных в результате обработки проростков. Данные показатели на фоне явного стимулирующего эффекта ЭП-обработки на ранних этапах прорастания показывают глубокий характер влияния электрического поля, который не проявляется только к стимуляции высвобождения и к замедлению связывания белков с другими биологическими структурами[3].

Это дает стимул к активации ферментов эстераз в моменте, когда в клетках достигнут показатель высокой оводненности и там создаются близкие к равновесным условия для

связанного и свободного состояний определенных белков. Как итог на данной фазе совершается высвобождение ферментов эстераз и здесь даже слабое ЭП-воздействие, усиленное нелинейными эффектами, имеет возможность побудить подобный процесс.

Связь активации эстераз с их высвобождением из связанного состояния согласуется и с данными по высокой скорости гидролиза ФДА на начальной стадии набухания старых семян, когда с поступлением воды происходит выход эстераз из поврежденных клеток в межклеточное пространство. Также с эффектами высвобождения белков связано и изменение проницаемости мембранных структур после обработки на тех же или более поздних стадиях набухания. Отсюда объяснимо и замедление выхода ФЛ из клеток со временем после ЭП-обработки, хотя, согласно данным изменений рН у зародыша, следовало ожидать роста выхода ФЛ из-за дополнительного закисления внутренней среды семян, наблюдаемого с некоторым запаздыванием после ЭП-воздействия. С эффектами уменьшения проницаемости мембран и восстановления барьерной функции поврежденных мембран в старых семенах после ЭП-обработки связано и падение выхода из них других веществ, которые могла бы использовать микрофлора. Это может объяснить также эффект ЭП по заметному повышению всхожести старых семян, которая в значительной степени зависит от состояния мембранных структур. Сам же механизм влияния ЭП на барьерную функцию мембран за счет стимуляции высвобождения белков и, возможно, более сложных надмолекулярных структур по существу аналогичен эффекту повышения вязкости цитоплазмы[5].

Также вследствие эффектов стимуляции высвобождения белков могут быть объяснены и результаты влияния ЭП-обработки на число семян с корнями и с проростками, а также на длину проростков при ее применении на соответствующих стадиях набухания семян. Хотя точное время начала таких процессов неизвестно, так как регистрируют лишь их более поздние стадии, связанные с появлением уже сформированных корней и проростков из семян, тем не менее очевидно, что каждый из процессов начинается заметно раньше и что в них принимают участие определенные белки, исходно присутствующие в семенах в связанном состоянии. В ходе процесса набухания они высвобождаются из такого состояния, и в это время их переходы становятся чувствительными к ЭП-обработке, причем различным временам набухания соответствуют и разные эффекты стимуляции роста корней либо проростков после ЭП-воздействия. Наряду с ними высвобождаются и другие структуры, влияющие на восстановление барьерной функции мембран, что в целом при воздействии на стадии формирования корней приводит к увеличению числа семян с корнями[4].

Были проведены эксперименты по стимуляции семян сельскохозяйственных культур на примере семян пшеницы сорта «Херсонская».

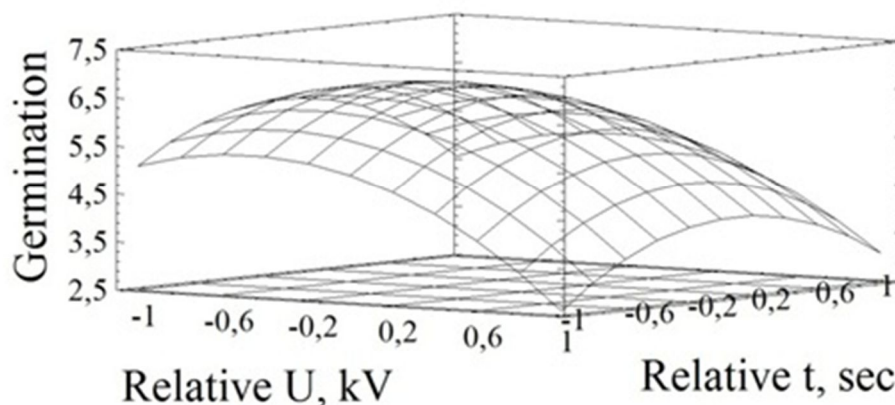
Семенная смесь обрабатывалась при нескольких технологических режимах работы установки. В качестве исследуемых факторов были выбраны время обработки и подводимое напряжение. Технологические опыты проводились в отапливаемом помещении, где параметры окружающей среды поддерживались в заданных пределах: температура окружающей среды составляла +18С, влажность воздуха 70%.

Время обработки семенной смеси электрическим полем составляло от 2 до 6 сек. с шагом в 1 сек. Напряжение на электродах изменялось в диапазоне от 3 до 7 кВ с шагом 1 кВ. После обработки семян было выдержано время их отлежки - 13 дней, после чего семена были высажены в теплицу на постоянное место вегетации.

После обработки результатов эксперимента с помощью программы «StatGraphic» были получены математические модели, показывающие зависимость энергии прорастания и всхожести от исследуемых факторов.

Анализируя данные всхожести зерен пшеницы сорта «Херсонская», заметим, что наилучшие показатели были достигнуты при минимальной величине  $U$  (3 кВ) и минимальной обработке посевного материала; в свою очередь, увеличение  $U$  и увеличение  $t$  не дают нужного эффекта ввиду специфики всхожести данной культуры[1].

График поверхности всхожести зерен пшеницы сорта «Херсонская»  
The surface of germination's relation on external factors



Исходя из вышеприведенных результатов, можно сделать вывод, что долговременная обработка посевного материала электрическим полем влияет на показатели всхожести негативно как по сравнению с контролем, так и по сравнению с семенами, обработка которых длилась наименьшее количество времени и чей показатель схожести в сравнении с другими оказался выше. Дополнительное воздействие со стороны ЭП может привести к стимуляции также более поздних стадий развития и нарушить нормальную последовательность реакций в ходе процессов прорастания семян за счет их

десинхронизации, что особенно существенно при прохождении процессов морфогенеза. Кроме того, стимуляция высвобождения и торможение связывания белков создают состояние повышенной возбудимости внутри клеток и в организме в целом. Наблюдается и повышенный распад белков по сравнению с иммобилизованным на мембранах и других структурах состоянием белков.

### Список литературы

1. Стерхова Т. Н., Шкляев К.Л., Корнаузов П.Д. Определение оптимальных режимов работы ленточного электростатического триера для стимуляции семян сельскохозяйственных культур // Научное обеспечение АПК. Итоги и перспективы. По материалам международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА (Ижевск, 16-18 октября 2013 г.) – Ижевск, 2013. – Т.2. – С.17-20.
2. Н. В. Ксенз, С. В. Качешвили Анализ электрических и магнитных воздействий на семена // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2000. – №5. – С. 29-32.
3. Аксенов С.И. Физико-химический механизм чувствительности биологических процессов к слабым ЭМП низких частот; [под общей ред. А.Б. Рубина]. – М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2006. – С. 364-378.
4. Аксенов С.И. Физико-химический механизм чувствительности биологических процессов к слабым ЭМП низких частот; [под общей ред. А.Б. Рубина]. – М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2006. – С. 380-381.
5. Стерхова Т.Н., Савушкин А.В., Сиротин А.А., Корнаузов П.Д. Электрический способ обеззараживания семян сельскохозяйственных культур // Инженерный вестник Дона – 2013. – №1. – С.96.
6. Логинов В.А. Изменение заряда эритроцитарной мембраны при воздействии импульсным ЭМП // Биофизика. – 1991. – Т.36. – С.614-620.

### Рецензенты:

Кондратьева Н.П., д.т.н., профессор, ФГБОУ ВПО «Ижевская ГСХА», г. Ижевск;  
Плыкин В.Д., д.т.н., профессор, ФГОУ ВПО «Удмуртский государственный университет», г. Ижевск.