

УДК 621.313.12 + 631.53.01

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ ПОСЕВНОГО МАТЕРИАЛА

Спиров Г.М., Валуева Ю.В., Меркулова В.Г., Лукьянов Н.Б.,
Зайцев А.С.

*Российский Федеральный ядерный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики, Саров,
Нижегородская обл.*

Подробная информация об авторах размещена на сайте
«Учёные России» - <http://www.famous-scientists.ru>

В работе представлены результаты исследования влияния высокоинтенсивных физических факторов электрического поля коронного разряда с напряженностью 1-6 кВ/см, создаваемого установкой «Экран», на жизнеспособность семян ячменя сорта «Абава», с целью повышения качества семенного материала.

Определено, что наиболее эффективными воздействиями ЭПКР для повышения качества семенного материала без отлежки зерна перед посевом являются режимы с напряженностью 1 кВ/см и 2 кВ/см. Показано, что наиболее ярко выраженный бактерицидный эффект получен при воздействии на семена электрическим полем коронного разряда с напряженностью 6 кВ/см и 4 кВ/см. Эти режимы наряду с угнетением очаговой плесени тормозят всхожесть, прорастание и снижают жизнеспособность семян. Однако, данные режимы могут оказаться перспективными для обеззараживающей обработки фуражного зерна.

Выявлено, что наиболее эффективным режимом электрического поля коронного разряда для повышения качества семенного материала с отлежкой зерна перед посевом является режим с напряженностью 2 кВ/см, поскольку данное воздействие оказывает наиболее ярко выраженный бактерицидный эффект наряду со стимуляцией всхожести, прорастания и повышением жизнеспособности семян.

Введение

Достижение наибольшей урожайности растений определяется потенциальной продуктивностью сорта, качеством семенного материала, агротехникой возделывания растений. Среди этих факторов качество семенного материала играет заметную, а нередко и решающую роль.

Семена большинства зерновых, овощных культур и кормовых корнеплодов характеризуются высокой степенью разнообразия посевных качеств и свойств. Семена разного качества появляются из-за различного состояния зрелости, плотности и размеров семян, продолжительности и периода покоя, которые обусловлены раз-

личиями условий формирования семян на материнском растении.

Разработанные и апробированные практикой методы, называемые предпосевной обработкой семян, позволяют улучшить посевные качества семян и, в конечном итоге, увеличить урожайность растений. Предпосевную обработку семян можно считать одним из важнейших приемов агротехники.

Среди способов предпосевной обработки семенного материала в последнее время все более широкое применение получают методы, основанные на использовании различных факторов физической природы. Разработка новых методов повышения жизнеспособности сельскохозяй-

ственных культур является важнейшей задачей агробиологических наук и сельскохозяйственного производства. Одним из перспективных направлений является применение высокоинтенсивных физических факторов, генерируемых электрофизическими методами.

В семенах происходят физико-химические, физиолого-биохимические процессы, морфологические изменения, приводящие к повышению проницаемости семенных покровов, усилению активности гидролитических и окислительно-восстановительных ферментов, ускорению темпа клеточного деления, активизации ростовых процессов в целом.

Для получения устойчивого стимулирующего эффекта необходимо учитывать следующие условия: качество семенного материала, вид и режим воздействия, условия, в которых находился семенной материал после воздействия («отлежка»). Очевидно, что на этапе исследования для выбора оптимального стимулирующего воздействия необходимо иметь экспериментальные методы, которые позволяли бы оценить изменение качества семян по изменению тех или иных показателей.

Оценка качества семян – актуальная задача. Существует много методов оценки качества (жизнеспособности) семян. Согласно Государственному стандарту, жизнеспособность – количество живых семян, выраженное в процентах от общего количества. Методы оценки качества, чаще всего характеризуют степень изменения одного из перечисленных показателей: деградация клеточных мембран и вытекающая отсюда потеря контроля проницаемости, повреждение механизмов энергообеспечения биосинтеза, ослабление дыхания, замедление прорастания семян и роста проростков, понижение способности к хранению, замедление роста и развития растений, снижение выравненности роста и развития растений, повышение чувствительности к экологическим стрессам, уве-

личение числа морфологически ненормальных отростков, потеря всхожести.

Целью данной работы являлось исследование воздействия высокоинтенсивных физических факторов электрического поля коронного разряда градиентного типа установки "Экран" [1, 2] в диапазоне напряженности 1-6 кВ/см на семена ячменя сорта «Абава» для повышения качества семенного материала.

Для достижения цели потребовалось решение следующих задач:

- выявление оптимального режима повышения качества семенного материала с помощью установки «Экран»;

- разработка критериев комплексной оценки жизнеспособности семян при воздействии электрического поля коронного разряда (ЭПКР).

Материалы и методы

В качестве объекта исследования использовался ячмень сорта «Абава» со всхожестью 62%.

В соответствии с целью и задачами исследований работа проводилась по следующим направлениям:

- экспериментальное исследование влияния ЭПКР напряженности от 1 до 6 кВ/см на семенной материал сразу после воздействия;

- экспериментальное исследование влияния ЭПКР напряженности от 1 до 6 кВ/см на семенной материал после отлежки перед посевом зерна.

Оценка жизнеспособности посевного материала проводилась по тетразолю-топографической методике ГОСТ 12039-82 [3].

Оценка всхожести, энергии прорастания и очаговой плесени проводилась по ГОСТ 12038-84 [4].

Воздействие ЭПКР градиентного типа на семена ячменя сорта "Абава" проводилось с помощью разработанного в НТЦФ ВНИИЭФ опытного устройства для обработки посадочного материала «Экран» (рисунок 1) по схеме, представленной на рисунке 2 [1].



Рис. 1. Устройство для обработки посадочного материала «Экран-М»

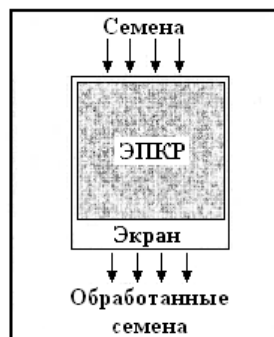


Рис. 2. Схема обработки семян

Технические характеристики установки «Экран» представлены в таблице 1.

Таблица 1. Технические характеристики установки «Экран»

Длительность экспозиции обработки зерна, с	0,3
Количество каналов рабочей камеры	3
Максимальная производительность обработки семян ячменя, л/мин	60
Максимальная производительность обработки овса, л/мин	40
Напряжение сетевого питания, В	220
Максимальная потребляемая мощность, Вт	10

Семена подвергались воздействию ЭПКР в шести режимах, отличающихся напряженностью ЭПКР в рабочей камере: 1 кВ/см, 2 кВ/см, 3 кВ/см, 4 кВ/см, 5 кВ/см, 6 кВ/см.

Обработанные семена делились на 3 группы:

- 200 шт. для методики определения жизнеспособности по ГОСТ 12039-82;
- 400 шт. для методики определения энергии прорастания, всхожести и очаговой плесени по ГОСТ 12038-84.

Для выявления эффектов воздействия ЭПКР формировались контрольные группы, которые количественно соответствовали опытным образцам и исследовались по аналогичным методикам.

Опыты закладывались через 1 сутки после обработки ЭПКР и через 7 суток отлежки после воздействия. После закладки семена тестировали:

- по методике ГОСТ 12039-82 через 1 сутки;
- по методике ГОСТ 12038-84 через 7 суток.

Оценка жизнеспособности посевного материала проводилась по тетразолю-

топографической методике ГОСТ 12039-82 [3].

Тетразольно-топографический метод, реализуемый по ГОСТ 12039-82 [3], - один из эффективных биохимических способов оценки жизнеспособности семян и получения экспресс информации об их качестве, когда семена находятся в состоянии покоя или требуют длительного срока прорастания.

В основе метода лежит превращение дегидрогеназами живых клеток бесцветного хлористого тетразола в недиффундирующий красный фармазан (окрашиваются живые ткани) [5]. В результате, зародыш таких семян приобретает красный (малиновый) цвет, а зародыш мертвого "спящего" семени остается неокрашенным.

Для окрашивания зародышей используют 0,5 % водный раствор тетразола (5 г тетразола растворяют в 1000 см³ дистиллированной или свежеекипяченной воды с pH 6,0-7,0). Семена замачивают в воде в течение 15-18 часов при температуре 20 °С. Затем, семена разрезают вдоль на две половинки: зерновые - вдоль зародыша; зернобобовые, овощные, технические - на две семядоли вдоль корешка. Каждую

подготовленную сотню половинок семян промывают несколько раз водой для удаления остатков разрезанных тканей, полностью погружают в раствор тетразола и выдерживают в темноте. Температура и срок выдержки зависят от оцениваемой культуры. Другая сотня половинок семян в анализе не используется. Обработанные семена (или половинки семян) после промывания водой раскладывают на фильтровальной бумаге. Затем семена просматривают с помощью лупы, бинокля или невооруженным глазом (в зависимости от культуры и распространения некрозов), поддерживая их во влажном состоянии на протяжении всего исследования.

Каждое семя оценивается как жизнеспособное или нежизнеспособное в соответствии со степенью (площадью) окрашивания. Количество жизнеспособных семян подсчитывают на основе следующих критериев: к жизнеспособным семенам ячменя относят семена, у которых зародыш полностью окрашен, а к нежизнеспособным семенам ячменя относят семена, у которых зародыш полностью не окрашен, за исключением центральной части, включая стеблевую корневую меристему; не окрашена корневая часть почечка; зародыш не окрашен, за исключением половины щитка (вдоль) и центральной части; не окрашена корневая часть, нижний конец щитка и колеориза.

Таким образом, классический метод определения жизнеспособности семян позволяет качественно определить состояние семени и дать процентное отношение всхожести семян.

Оценка всхожести, энергии прорастания и очаговой плесени проводилась по ГОСТ 12038-84.

Всхожесть семян является одним из основных критериев оценки качества посевного материала. Всхожесть семян определяют для того, чтобы установить количество семян, способных образовать нормально развитые проростки. Семена проращивают в оптимальных условиях согласно требованиям ГОСТа 12038-84, что позволяет определить всхожесть за недельный срок.

Энергия прорастания характеризует дружность и быстроту прорастания семян.

Определяют ее в одном анализе со всхожестью.

Семена культуры тщательно перемешивают и отсчитывают 4 пробы по 100 семян. В качестве ложа для проращивания используют увлажненную фильтровальную бумагу. Растильни с семенами ставят в термостат на проращивание.

Подсчет нормально проросших семян проводят дважды, в первый раз определяют энергию прорастания, во второй – всхожесть. Подсчет ведут по каждой повторности, разделяя проростки на нормально и ненормально проросшие, набухшие и загнившие (очаговая плесень). Для вычисления всхожести семян суммируют количество нормально проросших семян при учете энергии прорастания и при учете всхожести и общее их число выражают в процентах.

К числу нормально проросших семян относят семена, имеющие хорошо развитые корешки (или главный зародышевый корешок), имеющие здоровый вид, хорошо развитые и неповрежденные подсемядольное колено (гипокотиль) и надсемядольное колено (эпикотиль) с нормальной верхушечной почечкой, две семядоли – у двудольных, первичные листочки, занимающие не менее половины длины колеоптиля – у злаковых.

При определении энергии прорастания и всхожести семян учитывают также поражение семян плесневыми грибами. Средний процент пораженных семян определяют визуально по четырем пробам и устанавливают степень поражения в соответствии с ГОСТа 12038-84 в процентах.

Результаты исследования

Механизм действия электрического поля коронного разряда градиентного типа заключается в активации электронного комплекса молекул, составляющих семя, ионизации этих молекул, образовании свободных радикалов, т. е. в переходе молекул в возбужденное состояние. Несмотря на то, что молекулы в возбужденном состоянии находятся доли секунды, известно [7, 8], что этого достаточно для усиления работы ферментных систем, контролирующих прорастание семян.

На рисунке 3 представлены нормированные к контролю значения жизнеспособности

способности семян ячменя сорта «Абава», зарегистрированные сразу после воздействия на семена ЭПКР с напряженностью от 1 до 6 кВ/см. Выявлено, что в данном диапазоне напряженности биологический эффект имеет разнонаправленный характер. Жизнеспособность семян по сравнению с

контрольными значениями увеличивалась при всех значениях напряженности, за исключением 4 кВ/см, при котором жизнеспособность уменьшалась. Наиболее ярко выраженное увеличение жизнеспособности в 3,4 раза отмечено после воздействия ЭПКР напряженностью 2 кВ/см.

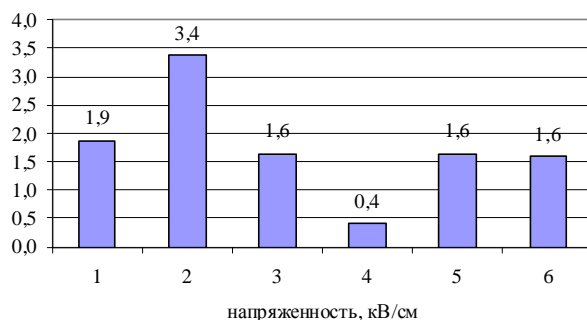


Рис. 3. Жизнеспособность (опыт/контроль) семян ячменя сразу после воздействия ЭПКР

На рисунках 4 и 5 представлены нормированные к контролю значения энергии прорастания и всхожести семян ячменя сорта «Абава», зарегистрированные сразу после воздействия на семена ЭПКР с напряженностью от 1 до 6 кВ/см. Выявлено, что в данном диапазоне напряженности биологический эффект, как и при исследовании жизнеспособности, имеет разнонаправленный характер. Энергия прорастания и всхожесть семян по сравне-

нию с контрольными значениями увеличивались при всех значениях напряженности, за исключением 3 кВ/см и 4 кВ/см, причем, при напряженности 3 кВ/см энергия прорастания и всхожесть уменьшались незначительно - в 0,9 раза. Наибольшее увеличение энергии прорастания и всхожести в $\approx 1,4$ раза отмечено после воздействия ЭПКР напряженностью 1 кВ/см.

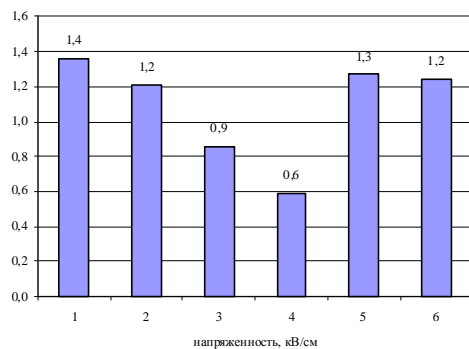


Рис. 4. Энергия прорастания (опыт/контроль) семян ячменя сразу после воздействия ЭПКР

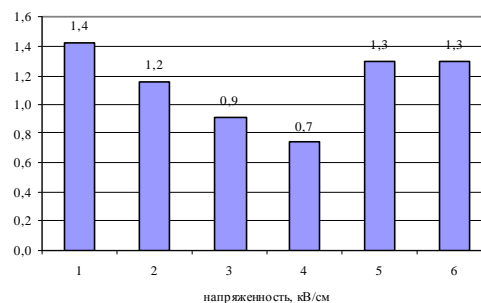


Рис. 5. Всхожесть (опыт/контроль) семян ячменя сразу после воздействия ЭПКР

На рисунке 6 представлены нормированные к контролю значения очаговой плесени семян ячменя сорта «Абава», зарегистрированные сразу после воздействия на семена ЭПКР с напряженностью от 1 до 6 кВ/см. Выявлено, что в данном диапазоне напряженности биологический эффект имеет однонаправленный угнетаю-

щий характер. Очаговая плесень семян по сравнению с контрольными значениями угнеталась при всех значениях напряженности ЭПКР. Наиболее ярко выраженное угнетение очаговой плесени отмечено после воздействия ЭПКР напряженностью 6 кВ/см и 4 кВ/см.

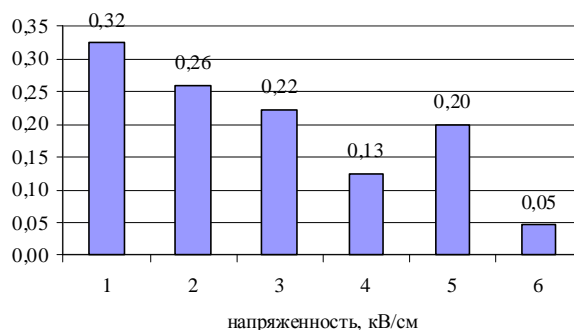


Рис. 6. Очаговая плесень (опыт/контроль) семян ячменя сразу после воздействия ЭПКР

Таким образом, по результатам данного исследования наиболее эффективными режимами ЭПКР для повышения качества семенного материала без отлежки являются режимы с напряженностью 1 кВ/см и 2 кВ/см. Наиболее ярко выраженный бактерицидный эффект без отлежки семян получен при воздействии ЭПКР с напряженностью 6 кВ/см и 4 кВ/см. Эти режимы наряду с угнетением очаговой плесени тормозят всхожесть, прорастание и снижают жизнеспособность семян. Однако, данные режимы могут оказаться перспективными для обеззараживающей обработки фуражного зерна.

На рисунке 7 представлены нормированные к контролю значения жизнеспособ-

ности семян ячменя сорта «Абава», зарегистрированные при воздействии на семена ЭПКР с напряженностью от 1 до 6 кВ/см после отлежки. Выявлено, что в данном диапазоне напряженности биологический эффект имеет разнонаправленный характер. Жизнеспособность семян после отлежки по сравнению с контрольными значениями увеличивалась при значениях напряженности 1 кВ/см, 2 кВ/см и 4 кВ/см, при значениях напряженности 3 кВ/см, 5 кВ/см и 6 кВ/см жизнеспособность уменьшалась. Наиболее ярко выраженное увеличение жизнеспособности в 4,3 раза отмечено после воздействия ЭПКР напряженностью 1 кВ/см.

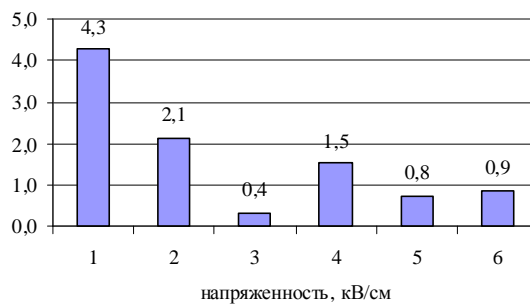


Рис. 7. Жизнеспособность (опыт/контроль) семян ячменя после воздействия ЭПКР с отлежкой

На рисунке 8 представлены нормированные к контролю значения энергии прорастания семян ячменя сорта «Абава», зарегистрированные при воздействии на семена ЭПКР с напряженностью от 1 до 6 кВ/см после отлежки. Выявлено, что при напряженностях 2 кВ/см, 4 кВ/см и

6 кВ/см биологический эффект ЭПКР имеет однонаправленный стимулирующий характер. Энергия прорастания семян после отлежки по сравнению с контрольными значениями при значениях напряженности 1 кВ/см, 3 кВ/см и 5 кВ/см практически не изменялась.

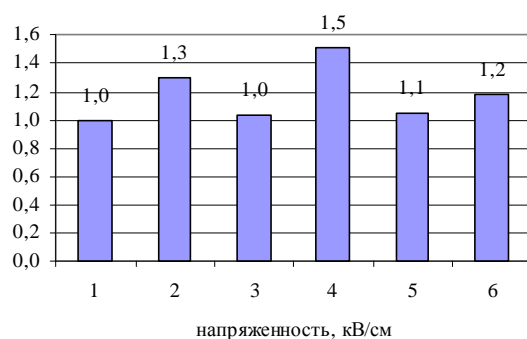


Рис. 8. Энергия прорастания (опыт/контроль) семян ячменя после воздействия ЭПКР с отлежкой

Всхожесть семян ячменя сорта «Абава» после отлежки по сравнению с контрольными значениями увеличивалась при значениях напряженности ЭПКР 2 кВ/см, 4 кВ/см, 5 кВ/см и 6 кВ/см и практически не изменялась при значениях на-

пряженности 1 кВ/см и 3 кВ/см. На рисунке 9 представлены нормированные к контролю значения всхожести семян ячменя сорта «Абава», зарегистрированные при воздействии на семена ЭПКР с напряженностью от 1 до 6 кВ/см после отлежки.

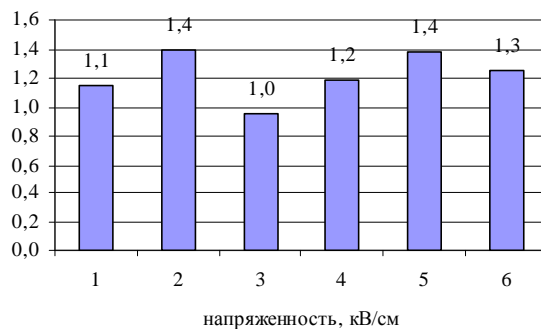


Рис. 9. Всхожесть (опыт/контроль) семян ячменя после воздействия ЭПКР с отлежкой

На рисунке 10 представлены нормированные к контролю значения очаговой плесени семян ячменя сорта «Абава», зарегистрированные после воздействия на семена ЭПКР с напряженностью от 1 до 6 кВ/см после отлежки. Выявлено, что в данном диапазоне напряженности биологический эффект имеет однонаправленный

угнетающий характер. Очаговая плесень семян по сравнению с контрольными значениями угнеталась при всех значениях напряженности ЭПКР. Наиболее ярко выраженное угнетение очаговой плесени отмечено после воздействия ЭПКР напряженностью 1 кВ/см и 2 кВ/см.

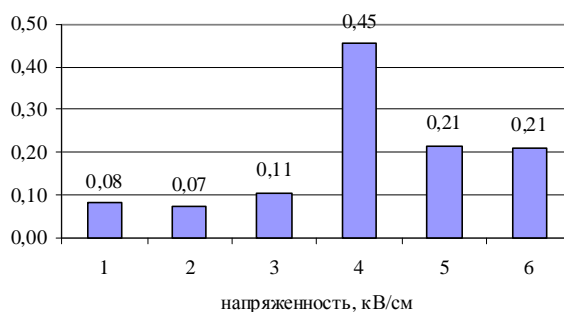


Рис. 10. Очаговая плесень (опыт/контроль) семян ячменя после воздействия ЭПКР с отлежкой

Таким образом, по результатам данного исследования наиболее эффективным режимом ЭПКР для повышения качества семенного материала с отлежкой является режим с напряженностью 2 кВ/см, поскольку данное воздействие оказывает наиболее ярко выраженный бактерицидный эффект наряду со стимуляцией всхожести, прорастания и повышением жизнеспособности семян.

В связи с тем, что механизм действия электрического поля коронного разряда градиентного типа заключается в активации работы ферментных систем, можно предположить, что при воздействии на семена ЭПКР с напряженностью от 1 до 6 кВ/см происходят изменения активности ферментативных систем, как семян, так и паразитирующих на них плесневых грибов. Данное предположение подтверждается выявленным положительным влиянием отлежки семян после обработки ЭПКР на жизнеспособность семян.

Выводы

1. Проведены экспериментальные исследования влияния ЭПКР градиентного типа в диапазоне напряженности 1-6 кВ/см, создаваемого установкой «Экран» на жизнеспособность семян ячменя сорта «Абава».

2. Определено, что наиболее эффективными режимами ЭПКР для повышения качества семенного материала без отлежки являются режимы с напряженностью 1 кВ/см и 2 кВ/см.

3. Показано, что наиболее ярко выраженный бактерицидный эффект без от-

лежки семян получен при воздействии ЭПКР с напряженностью 6 кВ/см и 4 кВ/см. Эти режимы наряду с угнетением очаговой плесени тормозят всхожесть, прорастание и снижают жизнеспособность семян. Однако, данные режимы могут оказаться перспективными для обеззараживающей обработки фуражного зерна.

4. Выявлено, что наиболее эффективным режимом ЭПКР для повышения качества семенного материала с отлежкой является режим с напряженностью 2 кВ/см, поскольку данное воздействие оказывает наиболее ярко выраженный бактерицидный эффект наряду со стимуляцией всхожести, прорастания и повышением жизнеспособности семян.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Спилов Г.М., Савосин С.В., Лукьянов Н.Б., Шлепкин С.И., Клишкин В.И., Селемир Н.М. Применение электрического поля коронного разряда для стимулирования и обеззараживания посевного материала // Высокоинтенсивные физические факторы в биологии, медицине, сельском хозяйстве и экологии. Тр. Международной конф. 26-28 апреля 2004 г. – Саров, 2004. – С. 278–284.

2. Спилов Г.М., Селемир В.Д. Разработка устройств для получения высокоинтенсивных физических факторов в НТЦ-1 ВНИИЭФ и перспективы их использования // Высокоинтенсивные физические факторы в биологии, медицине, сельском хозяйстве и экологии. Тр. Международной

конф. 26-28 апреля 2004 г. – Саров, 2004. – С. 380–387.

3. ГОСТ 12039-82. «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения жизнеспособности». Издательство стандартов, 1982.

4. ГОСТ 12038-84. «Методы определения всхожести семян сельскохозяйственных культур». Издательство стандартов, 1984.

5. Егорова Н.Н. Методы определения жизнеспособности семян // Сельскохозяйственная биология. 1994. № 3. С. 134-141.

6. Батыгин Н.Ф., Потапова С.М., Кортава Т.С. и др. Перспективы использования факторов воздействия в растениеводстве. М. ГВНИИТЭИСХ. 1978. 56 с.

7. Батыгин Н. Ф. Биологические основы предпосевного облучения семян и

зоны ее эффективности // Сельскохозяйственная биология. 1980. Вып.4. С. 495-04.

8. Спилов Г.М., Селемир В.Д., Верховова А.Ф. и др. Разработка электрофизических способов и аппаратуры для стимулирующей обработки семян и растений // Машинные технологии и новая сельскохозяйственная техника для условий евро-северо-востока России / Материалы II-ой Международной научно-практической конференции. 20-23 июня 2002 г. - Киров, 2000. - С. 44-55.

9. Утин Н.В., Панин А.М., Зуймач Е.А., Спилов Г.М. Экспериментальные исследования воздействия электрофизических факторов на урожайность злаковых культур // Высокоинтенсивные физические факторы в биологии, медицине, сельском хозяйстве и экологии. Тр. Международной конф. 26-28 апреля 2004 г. – Саров, 2004. – С. 290–297.

EXPERIMENTAL STUDY OF ELECTROPHYSICAL FACTORS ON VIABILITY OF SEED GRAIN

Spirov G.M., Valuyeva Yu.V., Merkulova V.G., Lukyanov N.B., Zaytsev A.S.

Russian Federal Nuclear Center – All-Russia Scientific and Research Institute of Experimental Physics, Sarov, Nizhny Novgorod region

In work results of research of influence of high-intensity physical factors of an electric field of corona discharge (EFCD) with intensity of 1-6 кВ/см, created by installation "Screen", on viability of seeds of barley of grade "Abava" are submitted, with the purpose of improvement of quality of a seed material.

It is determined, that the most effective influences of EFCD for improvement of quality of a seed material without binning grains before crop are modes with intensity of 1 кВ/см and 2 кВ/см. It is shown, that the most strongly pronounced bactericidal effect is received at influence on seeds by an electric field of corona discharge with intensity of 6 кВ/см and 4 кВ/см. These modes alongside with oppression of nidal mould brake germination and reduce viability of seeds. However, the given modes can appear perspective for disinfecting processing a fodder grain.

It is revealed, that the most effective mode of an electric field of corona discharge for improvement of quality of a seed material with binning of grains before crop is the mode with intensity of 2 кВ/см as the given influence renders the most strongly pronounced bactericidal effect along with stimulation of germinations and increase of viability of seeds.