

УДК 631.531:632.4:632.935.4

ВЛИЯНИЕ ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА МИКОФЛОРУ СЕМЯН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Хныкина А. Г., Рубцова Е. И., Стародубцева Г. П., Безгина Ю. А.

ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», Ставрополь, Россия (355017, Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12), e-mail: elen.68@bk.ru

В работе проведено исследование влияния импульсного электрического поля (ИЭП) частотой следования импульсов от 300 до 1000 Гц на подавление патогенной микрофлоры на семенах. Анализ воздействия ИЭП на патогенную микрофлору проведен на семенах лука сорта «Халцедон». В результате предпосевной обработки получены следующие результаты:

- ✓ выявлены частоты ИЭП наиболее угнетающе воздействующие на патогенную микрофлору семян, наиболее сильное воздействие на патогенную микрофлору оказывают частоты от 300 до 500 Гц;
- ✓ установлено, что даже незначительное увеличение экспозиции воздействия ИЭП позволяет подавлять большее количество патогенных грибов;
- ✓ с увеличением времени отлежки наблюдается монотонный рост заселенности семян лука сорта «Халцедон» патогенной микрофлорой.

Ключевые слова: предпосевная обработка, импульсное электрическое поле (ИЭП), патогенная микрофлора, режим, доза воздействия.

EFFECT OF PULSED ELECTRIC FIELD ON THE MYCOFLORA OF SEED CROPS

Hnykina A. G., Rubtsova E. I., Bezgina J. A., Starodubtseva G. P.

Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russia (355017, Stavropol, trans. Zootechnical, 12), e-mail: elen.68@bk.ru

This paper studied the effect of pulsed electric field pulse repetition frequency of 300 Hz to 1000 Hz to suppress pathogenic mycoflora on seeds. Analysis of the effects of pulsed electric fields on pathogenic mycoflora carried the seeds of onion varieties "Chalcedony". As a result, pre-treatment with the following results:

- ✓ identified frequency pulsed electric field is most depressing affect on the pathogenic mycoflora of seeds, the most profound effect on pathogenic mycoflora have a frequency of 300 to 500 Hz;
- ✓ found that even a slight increase in the exposure of pulsed electric field can suppress the increasing number of pathogenic fungi (in%);
- ✓ with increasing time binning observed monotonic increase in the population of onion seed varieties "Chalcedony" pathogenic mycoflora.

Keywords: pre-sowing treatment, pulsed electric field, pathogenic mycoflora, mode, dose exposure.

Проблема повышения посевных, урожайных качеств семян и адаптивных свойств растений, выращенных из них, получение экологически чистой продукции в настоящее время становится всё более актуальной. Важным критерием получения высоких и стабильных урожаев являются посевные качества семян. Только высококлассные семена дают дружные и сильные всходы, способные противостоять стрессовым ситуациям, болезням, сорнякам, неблагоприятным факторам внешней среды. Одной из причин низких посевных качеств является большая заселенность семян патогенной микрофлорой.

Большинство сельхозтоваропроизводителей в стремлении увеличить свои доходы прибегают к традиционным способам предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур, основанных на использовании химических и биохимических препаратов, стимулирующих прорастание семян.

В настоящее время важная роль отводится изучению альтернативных химическому методу приемов защиты сельскохозяйственных культур. По мнению многих специалистов [1-5, 13-17], перспективным является предпосевная обработка семян физическими факторами. Одним из современных и экологически безопасных способов обеззараживания семян является применение импульсного электрического поля.

На протяжении ряда лет ученые Ижевской ГСХА и Костромской ГСХА совместно изучали влияние электростатического поля высокой напряженности на посевные и урожайные качества семян зерновых культур. Кроме интенсификации ряда биологических процессов в семени, ими отмечено угнетение роста и развития болезнетворных организмов. Обнаружено повышение устойчивости растений к действию одного из возбудителей корневой гнили в 3–4 раза.

При обработке семян зерновых культур в электрических полях происходит их очистка на 75–90 % от спор различных фитопатогенов и пыли, с удалением которой исчезает и микрофлора [5, 6, 10, 15, 16]. В результате такого воздействия семена, некондиционные по головне, удается довести до нормы 3-го класса посевного стандарта. При этом разрушений головневых мешочков не отмечено [7]. Кроме этого, обработка в электрическом поле зараженных фитопатогенами семян приводит к значительным изменениям темпов роста и развития возбудителей заболеваний, их токсинообразования и вирулентности. В Челябинском институте механизации и электрификации сельского хозяйства разработан прием предпосевной обработки семян постоянным электрическим полем, позволяющим улучшить посевные, урожайные качества семян и снизить поражаемость посевов головневыми заболеваниями [8].

В учебно-научной испытательной лаборатории Ставропольской ГСХА совместно с учеными ВНИПТИМЭСХ (г. Зерноград) проводилось изучение влияния переменного электромагнитного поля промышленной частоты на микрофлору семян ячменя. Доказано, что по сорту Зерноградский 813 зараженность грибами *Alternaria* снижалась на 10–50 %, а по сорту Добрыня – на 20–26 % [9].

Значительный интерес вызывают исследования по совместному использованию физического и химического методов защиты растений от болезней. Обнаружено, что применение электрических полей позволяет снизить дозу фунгицида в 2–4 раза без ухудшения эффекта обеззараживания [4, 11, 20]. Для сравнительного изучения действия на патогенную микрофлору химического препарата «Мико Карб» и поля отрицательного коронного разряда Стародубцева Г. П., Безгина Ю. А., Авдеева В. Н. использовали зерно со 100 % заражением плесневыми грибами, при употреблении которого наблюдался токсикоз у животных, хотя видимых изменений зерна обнаружено не было. После обработки зерна

препаратом «Мико Карб» количество грибов всех родов снизилось в 1,5–2,5 раза, а уровень токсичности исследуемого зерна снизился только до умеренного ($T=0,69$). При обработке зерна озимой пшеницы ПОКР с экспозицией 70 секунд число колоний гриба *Alternaria* уменьшилось на 12 %, *Penicillium* – на 16 %, *Fusarium* – на 20 %, а *Aspergillus* – на 15 % по сравнению с контролем [3].

Таким образом, наряду с повышением посевных качеств семян сельскохозяйственных культур при их предпосевной обработке физическими факторами и озоном имеет место и эффективное фунгицидное и инсектицидное воздействие на семена. Однако применение рассмотренных факторов для обеззараживания семян сельскохозяйственных культур требует тщательного исследования, так как хороший результат может быть достигнут только при точном определении и последующем соблюдении режимов и параметров обработки.

Исследование патогенной микофлоры проводилось согласно ГОСТ 12044-93.

Определялись грибы родов *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Rhizopus* sp., *Mucor* sp., *Alternaria* sp. Контролем служили необработанные семена лука сорта Халщедон. Заселенность грибами составила: *Alternaria* sp. – 48 %, *Fusarium* sp. – 36 %, *Rhizopus* sp. – 32 %, *Mucor* sp. – 27 %. Пораженность семян лука *Aspergillus* sp. составила 12 %, а *Penicillium* sp. – 4 %.

В первом варианте семена лука сорта Халщедон обработали ИЭП с длительностью импульса 50 мкс, частотой следования импульсов от 300 до 1000 Гц, с шагом изменения частоты 100 Гц, экспозицией 3 с и временем отлежки 5 суток. Во втором варианте семена обработаны при экспозиции 10 с и времени отлежки 3 суток при прочих равных условиях.

Цель – выявить зависимость влияния ИЭП на патогенную микофлору от частоты следования импульсов, экспозиции и времени отлежки. Результаты исследований представлены на рисунках 1–6.

Обработка семян лука сорта Халщедон импульсным электрическим полем (ИЭП) экспозицией 3 с и временем отлежки 3 суток позволила снизить заселенность патогенными грибами *Fusarium* sp. с 36 % на семенах контрольного варианта до 8 % при частоте следования импульсов 300 Гц; до 10 и 12 % при частотах 400 и 500 Гц, соответственно. Увеличение экспозиции до 10 с позволило при тех же частотах снизить заселенность семян грибами р. *Fusarium* sp. от 0 до 6 % соответственно при увеличении времени отлежки до 5 суток (рис. 1).

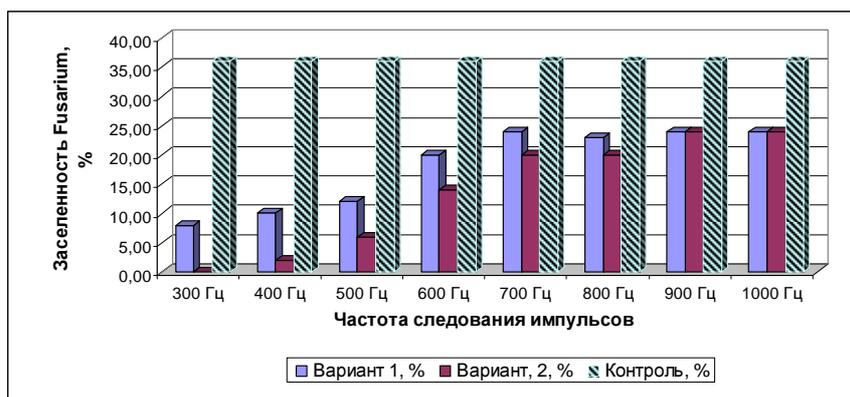


Рисунок 1. Влияние обработки ИЭП длительностью импульса 50 мкс, экспозицией 3 и 10 с и временем отлежки 3 суток на зараженность семян лука сорта Халцедон грибом *Fusarium* sp.

Снизить заселенность патогенными грибами *Mucor* sp. с 27 % на семенах контрольного варианта до 0 % удалось при частоте следования импульсов 300 Гц в обоих экспериментальных вариантах. Дальнейшее увеличение частоты следования импульсов привело к росту заселенности патогенной микофлорой. При частотах близких к 1000 Гц процентное содержание патогенных грибов на обработанных семенах практически сравнялось с контролем (рис. 2).

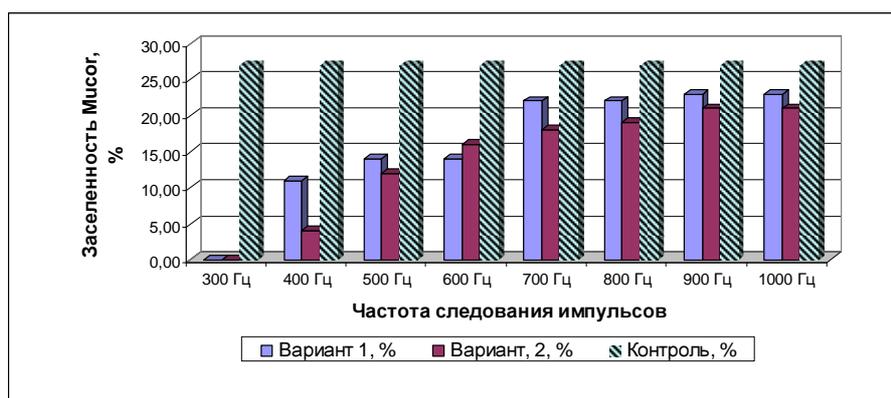


Рисунок 2. Влияние обработки ИЭП длительностью импульса 50 мкс, экспозицией 3 и 10 с и временем отлежки 3 суток на зараженность семян лука сорта Халцедон грибом *Mucor* sp.

Напротив, заселенность грибами р. *Alternaria* sp. удалось снизить с 48 % (контрольный вариант) до 2 % только при экспозиции 10 с. Обработка семян лука сорта Халцедон экспозицией 3 с позволяет снизить заселенность патогенной микофлорой лишь до 14 %, что значительно по сравнению с контролем. Необходимо отметить, что ИЭП оказывает влияние на грибы рода *Alternaria* sp. при всех частотах, но при высоких частотах снижение заселенности происходит на 10–12 % (рис.3).

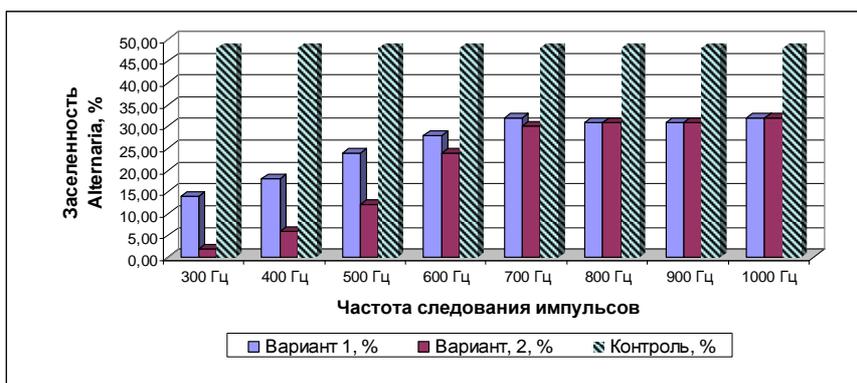


Рисунок 3. Влияние обработки ИЭП длительностью импульса 50 мкс, экспозицией 3 и 10 с и временем отлежки 3 суток на зараженность семян лука сорта Халцедон грибом *Alternaria* sp.

Заселенность контрольного варианта семян лука сорта Халцедон грибами рода *Penicillium* sp. составляет всего 4 %. Предпосевная обработка семян импульсами частотой следования импульсов позволяет полностью подавить развитие этих микроорганизмов. Обработка частотой следования импульсов 400 Гц снижает заселенность в половину. Дальнейшее увеличение частоты следования импульсов ИЭП не влияет на заселенность грибов рода *Penicillium* sp. (рис. 4).

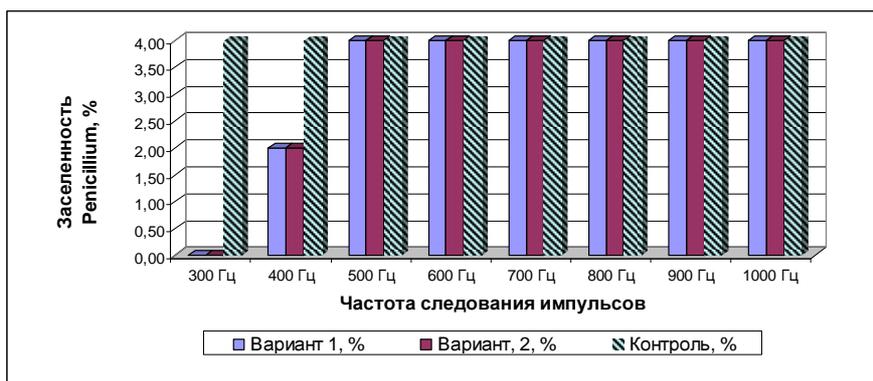


Рисунок 4. Влияние обработки ИЭП длительностью импульса 50 мкс, экспозицией 3 и 10 с и временем отлежки 3 суток на зараженность семян лука сорта Халцедон грибом *Penicillium* sp.

Заселенность семян лука сорта Халцедон грибом рода *Aspergillus* sp. в контрольном варианте составила 12 %. Полностью подавить патогенную микрофлору удалось при экспозиции 10 с и частотой следования импульсов 300 Гц. Как и в остальных опытах, увеличение частоты следования не привело к значительному уменьшению заселенности грибом рода *Aspergillus* sp. (рис. 5).

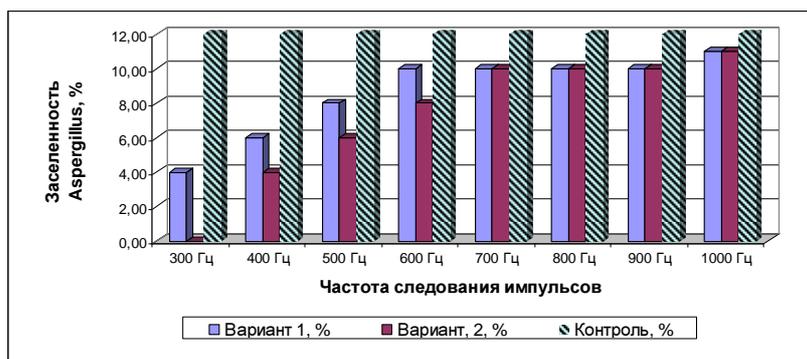


Рисунок 5. Влияние обработки ИЭП длительностью импульса 50 мкс, экспозицией 3 и 10 с и временем отлежки 3 суток на зараженность семян лука сорта Халцедон грибом *Aspergillus* sp.

Анализ полученных результатов показывает неоднозначную реакцию патогенных грибов на действие ИЭП. Обработка семян лука ИЭП с частотой следования импульсов от 300 до 1000 Гц показала, что наибольший эффект дают частоты от 300 до 500 Гц. Дальнейшее увеличение частоты следования ИЭП приводит к тому, что заселенность патогенной микофлорой либо снижается незначительно, либо не снижается совсем, независимо от того, какими являются остальные параметры. Снижает процент заселенности патогенных грибов и увеличение экспозиции, например, грибов р. *Fusarium* sp. при 10 с не остается совсем, а при 3 с снижается на 28 % по сравнению с необработанными семенами и составляет 8 %. Так же можно отметить, что с продлением времени отлежки заселенность патогенными грибами монотонно увеличивается.

Сопоставление данных, полученных разными исследователями [6, 9, 12, 18, 19], показывает, что предпосевная обработка электромагнитными полями в оптимальной для выбранного объекта дозе улучшает посевные качества семян, подавляет патогенную микофлору и при прочих равных условиях дает возможность получить более высокую урожайность, т.е. агроприем во многих случаях является высокоэффективным.

Из полученных результатов предпосевной обработки семян лука сорта Халцедон импульсным электрическим полем (ИЭП) с частотой следования импульса от 300 до 1000 Гц можно сделать следующие выводы:

- ✓ наиболее сильное воздействие на патогенную микофлору оказывают частоты от 300 до 500 Гц;
- ✓ обработка семян лука сорта Халцедон ИЭП экспозицией 3 с позволяет уничтожить грибы рр. *Mucor* sp., *Penicillium* sp.;
- ✓ увеличение экспозиции всего на 7 с позволяет полностью уничтожить дополнительно и грибы рр. *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp.;

Список литературы

1. Безгина Ю. А. Применение интегрированных приемов защиты растений для получения здорового урожая // Проблемы развития биологии и экологии на Северном Кавказе: матер. 51-й науч. конф. «Университетская наука – региону». – Ставрополь, 2006. – С. 8-9.
2. Зайцев Б. В. Исследование процесса очистки пшеницы от головневых мешочков в барабанном сепараторе с увеличенной зоной электрического поля: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Челябинск, 1968. – 21 с.
3. Каменир Э. А. Комплексное применение электрических полей в системах подготовки семян: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Челябинск, 1988. – 53 с.
4. Летова А. Н., Зейналов А.А. Использование электромагнитных излучений в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур // Сб. науч. тр. Ставропольский ГАУ. – 2005: Физико-технические проблемы создания новых технологий в агропромышленном комплексе. – С. 366–369.
5. Некоторые результаты использования электрического поля борьбы с головневыми заболеваниями / Э. А. Каменир, А. С. Знаев, Т. И. Дядьченко // Сб. науч. тр. / Челябинский ИМЭСХ. – 1978. – Вып. 145: Электротехнологии процессов сельскохозяйственного производства. – С. 74–78.
6. Оськин С. В., Хныкина А. Г., Рубцова Е. И. Необходимость повышения посевных качеств мелкосеменных овощных культур ИЭП. Научный журнал «Университет. Наука. Идеи и решения», Кубанский ГАУ. – 1/2010. – 3 с.
7. Применение электростатического поля для очистки поверхности зерна от вегетативных клеток, спор, бактерий, грибов / В. Н. Шмигель и соавт. // Сб. науч. тр. / Челябинский ИМЭСХ. – 1971. – Вып. 52: Электротехнологии процессов сельскохозяйственного производства. – С. 203–205.
8. Разработка способа предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур импульсным электрическим полем (изп) и экономическое обоснование его использования / Г. П. Стародубцева, Е. И. Рубцова, Е. И. Лапина, И. А. Боголюбова и соавт. // Политематический сетевой электронный научный журнал Куб ГАУ. – 2012. – № 75 (01). – С. 1037-1051.
9. Рубцова Е. И., Хныкина А. Г. Влияние импульсного электрического поля на энергию прорастания семян сои // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2009. – № 12. – С. 26-27.
10. Снижение токсичности зерна и кормов, пораженных микотоксинами / В.И. Трухачев, В.Н. Авдеева, Г.П. Стародубцева и соавт. // Аграрная наука. – 2007. – № 5. – С. 13-15.

11. Стародубцева Г. П., Авдеева В. Н. Эффективные методы снижения токсичности зерна и кормов, поражённых микотоксинами // Вестник АПК Ставрополя. – № 7. – Ставрополь, 2012. – С. 28-30.
12. Стародубцева Г. П., Безгина Ю. А., Авдеева В. Н. Влияние режимов обработки зерна озимой пшеницы озоном, физическими факторами и биологическими препаратами на его микрофлору // Новые технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности с использованием электрофизических факторов и озона: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Ставрополь, 11–13 мая 2006 г.) / СГАУ. – Ставрополь, 2006. – С. 97–101.
13. Стародубцева Г. П., Белоусов В. И., Любая С. И. Влияние предпосевной обработки семян полем отрицательного коронного разряда (ПОКР) и градиентного магнитного поля (ГрМП) на посевные качества семян гречихи // Сб. науч. тр. / Ставропольский ГАУ. – 2005: Физико-технические проблемы создания новых технологий в агропромышленном комплексе. – С. 331–333.
14. Хайновский В. И., Стародубцева Г. П., Рубцова Е. И. Предпосевная стимуляция семян сои импульсным электрическим полем // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2007. – №10 – С. 17-18.
15. Хайновский В. И., Стародубцева Г. П., Рубцова Е. И. Применение импульсного электрического поля для предпосевной стимуляции семян // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. – № 7. – С. 9-11.
16. Цугленок Н. В., Цугленок Г. И., Юсупова Г. Г. Комплексная система обеззараживания зерна и продуктов его переработки // Сб. науч. тр. / Красноярский ГАУ. – Красноярск, 2004. – 250 с.
17. Экологический метод обработки семян пшеницы с целью повышения их посевных качеств / В. Н. Авдеева, А. Г. Молчанов, Ю. А. Безгина // Современные проблемы науки и образования. – М., 2012. – № 2. – С. 39-40.
18. Эффективность предпосевной обработки семян томатов / Н. А. Емельянова, Ю. А. Безгина, Л. В. Мазницина // Агрехимический вестник. – 2011. – № 4. – С. 12-13.
19. Plant growth promoting rhizobacteria accelerate nodulation and increase nitrogen fixation activity by field grown soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) under short season conditions / N. Dashti [and so on] // Plant and Soil. – 1998. – № 2. – P. 205–213.

Рецензенты:

Никитенко Геннадий Владимирович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Применение электрической энергии в сельском хозяйстве» ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», г. Ставрополь.

Симоновский Александр Яковлевич, доктор физико-математических наук, профессор кафедры математики ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», г. Ставрополь.