

УДК 631.8; 537.5
AGRIS J11

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/108/39>

РАЗРАБОТКА ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО, ЭКОНОМИЧНОГО И ЭФФЕКТИВНОГО СПОСОБА ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ХЛОПЧАТНИКА ИМПУЛЬСНЫМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПОЛЕМ

- ©*Джафарова Ф. Ш., Институт почвоведения и агрохимии Министерства науки и образования Азербайджанской Республики, г. Баку, Азербайджан*
- ©*Гурбанов К. Б., Институт физики Министерства науки и образования Азербайджанской Республики, г. Баку, Азербайджан*
- ©*Джафаров В. И., Институт физики Министерства науки и образования Азербайджанской Республики, г. Баку, Азербайджан, г. Баку, Азербайджан*
- ©*Тагиева З. А., Институт почвоведения и агрохимии Министерства науки и образования Азербайджанской Республики, г. Баку, Азербайджан*
- ©*Гусейнова С. А., Институт физики Министерства науки и образования Азербайджанской Республики, г. Баку, Азербайджан*
- ©*Ахадова С. С., Институт физики Министерства науки и образования Азербайджанской Республики, г. Баку, Азербайджан*
- ©*Гаджиева В. М., Институт почвоведения и агрохимии Министерства науки и образования Азербайджанской Республики, г. Баку, Азербайджан*

DEVELOPMENT OF AN ENVIRONMENTALLY FRIENDLY, ECONOMICAL AND EFFECTIVE METHOD FOR PRE-SOWING TREATMENT OF COTTON SEEDS WITH A PULSED ELECTRIC FIELD

- ©*Jafarova F., Institute of Soil Science and Agrochemistry Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan*
- ©*Gurbanov K., Institute of Physics Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan*
- ©*Jafarov V., Institute of Physics Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan*
- ©*Tagiyeva Z., Institute of Soil Science and Agrochemistry Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan*
- ©*Guseynova S., Institute of Physics Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan*
- ©*Akhadova S., Institute of Physics Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan*
- ©*Gadzhieva V., Institute of Soil Science and Agrochemistry Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan*

Аннотация. Целью данной работы является изучение воздействия электрического импульсного газового разряда на семена хлопчатника в предпосевных процессах в травяно-сероземных почвах. Исследования проводились на образцах семян хлопка, привезенных из Саатлинского района Азербайджанской Республики. Образцы семян хлопка обрабатывали воздействием импульсного газового разряда, при напряжении 14 кВ и в течение 15 минут при атмосферном давлении и комнатной температуре. В результате проведения агротехнических мероприятий в агроценозе хлопчатника резко изменяются условия жизнедеятельности микроорганизмов. Количество микроорганизмов увеличивается. Обработка посевного материала в электрическом поле импульсного разряда, способствует снижению численности и вредоносности фитофагов на 46,5–68,3% и 13,1–88,5% соответственно.

Abstract. The aim of this work is to study the effect of electric pulse gas discharge on cotton seeds in pre-sowing processes in grass-grass-gray soils. The studies were conducted on cotton seed samples brought from the Saatli district of the Azerbaijan Republic. Cotton seed samples were treated with pulse gas discharge at 14 kV for 15 minutes at atmospheric pressure and room temperature. As a result of agrotechnical measures in cotton agrocenosis, the living conditions of microorganisms change dramatically. The number of microorganisms increases. Processing seed in the electric field of pulse discharge helps to reduce the number and harmfulness of phytophages by 46.5-68.3% and 13.1-88.5%, respectively.

Ключевые слова: хлопок, растениеводства, инновационная технология, фитопатогены.

Keywords: cotton, plant growing, innovative technology, phytopathogens.

Поиск новых, экологически чистых, экономичных и эффективных стимуляторов роста растений является одной из важнейших проблем растениеводства, в том числе хлопководства. Известные агротехнические приемы возделывания сельхозкультур в определенной степени исчерпали свои возможности и дальнейшее их совершенствование на протяжении многих лет не дает сколь-либо ощутимых результатов. Совершенствование технических средств, интенсивное применение химии, увеличенных доз минералами удобрений и т.д. становится не только экономически неоправданным, но и вредным с точки зрения экологии.

Продуктивность растений является результатом взаимодействия внутренних и внешних факторов посевной среды. Поэтому, совместное воздействие почвенно-климатических факторов на основные физиологические процессы в растениях в течение вегетационного периода определяет его качество, влияя на продуктивность. По этой причине необходимо регулировать все факторы, повышающие количественные и качественные показатели продукта. Одна из главных задач в хлопководстве это возможность своевременно и без потерь убрать весь выращенный урожай, что можно достичь только при качественной подготовке посевов хлопчатника. Существующий способ (химический) предуборочной обработки не только не обеспечивает качественного опадания и ускоренного раскрытия коробочек, но и служит очагом загрязнения окружающей среды. Внедрение инновационной технологии в сельском хозяйстве, наряду с применением различных методов, влияющих на продуктивность и качество растений является актуальной проблемой и имеет теоретическое и практическое значение. В настоящее время известно много физических факторов, при воздействии которых на семена хлопчатника наблюдается эффект стимулирования ростовых процессов. Многими исследователями отмечалось, что под влиянием ионизирующего излучения, ультразвука, лучей лазера, импульсного тока, электрического и магнитного поля, электрохимически активированной водой и др. в оптимальных дозах в семенах наблюдается один и тот же комплекс изменений, выражаемый единой ответной реакцией, возникающей в результате воздействия на клетки живого организма [1-8].

Предложена хлопковая сеялка, дополнительно снабженная электродной системой и высоковольтным источником электрических искровых разрядов, позволяющая каждое семя подвергать электроимпульсному воздействию непосредственно при высеве, при этом увлажнение семян электрохимически активированной водой осуществляют одновременно с заделкой семян в почву [1].

Было выявлено, что наибольшая эффективность электротехнологии возделывания хлопчатника достигается при двухстадийном увлажнении семян электрически активированной водой в сочетании с электроимпульсным воздействием на семена. При этом установлено возрастание на 15% всхожести семян, раннее (на 7-10 дней) и равномерное раскрытие коробочек по всей высоте куста хлопчатника, улучшение технологических качеств хлопка-волокна, повышение урожайности хлопчатника до 50%. Таким образом, эколого-экономический эффект электротехнологии выращивания хлопчатника, по сравнению с существующей технологией выращивания хлопчатника с применением ядохимикатов, заключается в получении экологически чистого хлопка-сырца с высоким технологическим качеством волокна, повышенной урожайности (до 50%), раннего созревания (на 10-15 дней), позволяющих сэкономить значительное количество ежегодно расходуемых валютных средств на приобретение химических стимуляторов роста и ядохимикатов против болезней и вредителей хлопчатника. Биологическая активация семян растений в предпосевных процессах является одним из вопросов научного и практического значения в сельском хозяйстве. На протяжении ряда лет учеными было изучено влияние электростатического поля высокой напряженности на посевные и урожайные качества семян сельскохозяйственных 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 сельскохозяйственных культур в электрических полях происходит их очистка на 75-90% от спор различных фитопатогенов и пыли, с удалением которой исчезает и микофлора. Кроме этого, обработка в электрическом поле зараженных фитопатогенами семян приводит к значительным изменениям темпов роста и развития возбудителей заболеваний, их токсинообразования и вирулентности [9].

Предпосевная обработка семян импульсным электрическим полем, оказывает бактерицидное, ингибирующее воздействие на микоцеты (плесневые грибы *Fusarium sp.*, *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.*, *Rhizopus sp.*, *Mucor sp.*, *Alternaria sp.*). В исследованиях по изучению влияния высоковольтного импульсного электрического поля на посевные качества семян сои сорта «Вилана» установлено существенное уменьшение времени обработки с увеличением частоты импульсов напряжения, что позволило оптимизировать режим работы устройства. Обработка семян сои импульсным электрическим полем в рациональных режимах повысила энергию прорастания на 19-21%, а всхожесть — на 15-18%, прибавка урожайности на опытном участке, по отношению к необработанным семенам, составила 5,6 ц/га [10-12].

В связи с этим, изучение воздействия сильных электрических полей и газовых разрядов с целью биологической активации семян растений перед посевом является одной из важных задач, требующих решения. Одним из современных и экологически безопасных способов обеззараживания семян является применение импульсного электрического поля. На фоне климатических изменений нарушение экологического баланса, подверженность почв эрозионным процессам в той или иной форме, загрязнение почв и окружающей среды в целом являются глобальными проблемами и ставят перед учеными важные задачи.

Целью данной работы является изучение воздействия электрического импульсного газового разряда на семена хлопчатника в предпосевных процессах в травяно-сероземных почвах, анализ влияния взаимодействия между почвой, растением и удобрением на развитие микроорганизмов.

Объект и методы исследования

В лабораторных условиях были проведены исследования на основе воздействия электрического импульсного газового разряда на семена хлопчатника в предпосевных процессах. Исследования проводились на образцах семян хлопка, привезенных из Саатлинского района Азербайджанской Республики. Образцы семян хлопка обрабатывали воздействием импульсного газового разряда, при напряжении 14 кВ и в течение 15 минут при атмосферном давлении и комнатной температуре. Для сравнения были исследованы и образцы семян хлопка, необработанные в электрическом импульсном разряде. На основании исследований определен оптимальный режим воздействия импульсного газового разряда на опытные образцы семян хлопка: высокое напряжение $U = 11$ кВ; время обработки образца установлено 15 минут. Воздействие сильного электрического поля импульсного газового разряда на образцы семян хлопка осуществляли с помощью генератора импульсного напряжения, показанного на Рисунке.

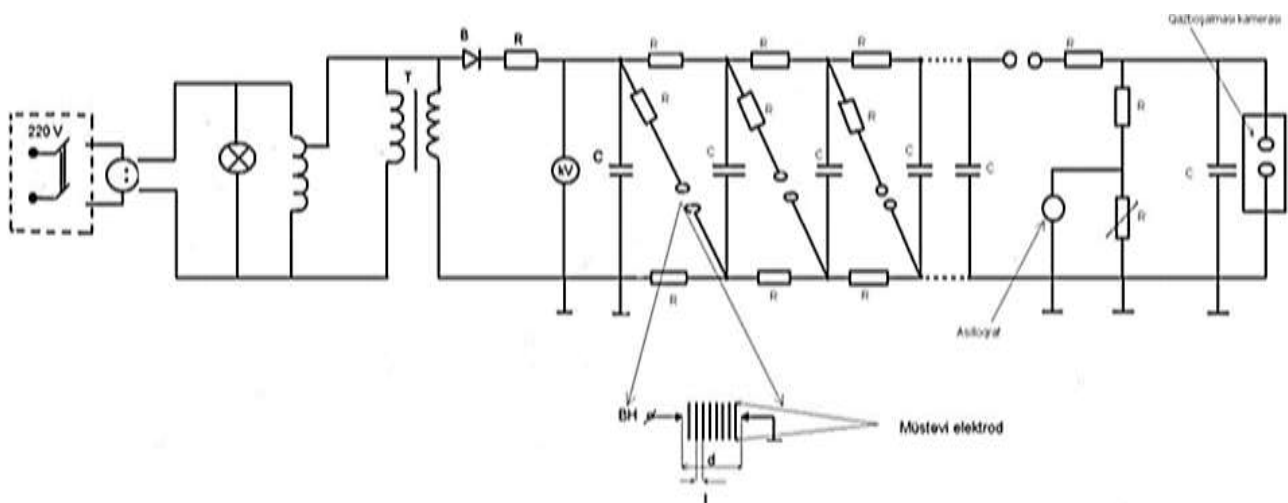


Рисунок. Принципиальная схема генератора импульсного напряжения

Обработанные в лаборатории воздействием электрического поля импульсного газового разряда образцы семян хлопка и не подвергнутые обработке семена были отправлены в Саатлинский район и посажены в почву на экспериментальном участке. За всхожестью этих двух образцов семян хлопка проводили визуальное наблюдение и ежедневно записывали результат увиденного, на месте посадки делали снимки всходов.

После определенного времени на выращенных хлопковых кустах можно было наблюдать убыстрение (на 10-15 дней) созревания обработанных в электрическом поле импульсного разряда коробочек хлопка по сравнению с необработанными. Полученные опытно-полевые результаты по электрообеззараживанию от патогенных микроорганизмов, вызывающих загнивание семян проростков и всходов и стимуляции посевных семян хлопчатника в электрическом поле импульсного разряда приведены в таблице и на рисунках.

Разработанная экологически чистая электротехнология выращивания хлопчатника исключает применение ядохимикатов, обеспечивает ускорение и стабилизацию всхожести семян, убыстрение (на 10-15 дней) созревания и ускоренного раскрытия коробочек, улучшение качественных показателей, повышение урожайности хлопчатника. При этом повышается урожайность хлопка-сырца до 50%, особенно на первом сборе урожая и улучшаются качественные показатели хлопкового волокна, по сравнению с традиционной агротехнологией выращивания хлопчатника. Улучшение посевных качеств семян, путем

воздействия на семена электрического поля импульсами длительностью порядка 10^{-6} – 10^{-9} с и, как следствие, увеличение качества и количества урожая.

В лаборатории использовали высоковольтный импульсный генератор напряжения с параметрами: амплитуда выходного импульсного напряжения $U=3-15$ кВ; частота повторения импульсов напряжения $f=20-300$ Гц; длительность импульса $\tau=5-10$ нс; длительность фронта (среза) импульсов напряжения $t_{фр}(t_{ср})=2,5-3$ нс. Результаты влияния импульсного электрического поля (ИЭП) с частотой следования импульсов от 20 до 300 Гц на посевные качества семян хлопка, показали, что энергия прорастания на 15-18%, всхожесть на 19-20 % выше, чем у семян контрольного варианта, не прошедших обработку ИЭП [13].

Таким образом, предпосевная обработка семян хлопка в электрическом поле импульсного разряда (физическими факторами), способна улучшать посевные качества семян, активизировать рост растения на самых ранних этапах онтогенеза, сокращая время между посевом и появлением всходов. При этом отмечается улучшение качества готовой продукции хлопка сырца: содержание сахара, крахмала, масел и других веществ [14].

В результате исследований установлено, что общая численность микроорганизмов под естественной растительностью в слоях (0-20 см; 20-40 см) соответственно колеблется в 1 г сухой почвы от 1454 до 758 тыс. Собранные на поверхности почвы и в слое 0-20 см растительные остатки образуют большое количество пищевых запасов, способных обеспечить нормальную жизнедеятельность микроорганизмов. С увеличением глубины (20-40 см) снижается обеспеченность питательными веществами и почти вдвое ослабевает развитие микроорганизмов.

Результаты и обсуждение

В результате проведения агротехнических мероприятий в агроценозе хлопчатника резко изменяются условия жизнедеятельности микроорганизмов. Количество микроорганизмов увеличивается в отдельных слоях (0-20 см; 20-40 см) и в 1 г сухой почвы соответственно составляет 2262-2153 тыс. Качественно меняется и групповой состав микроорганизмов. Таким образом, общее количество бактерий в 1 г сухой почвы в слое 0-20 см почвы составило 811 тысяч, в том числе количество бацилл 56 тысяч. Количество аксиномицетов и микроскопических грибов составило соответственно 635 и 8 тыс. в 1 г сухой почвы. В 20-40-сантиметровом слое почвы численность отдельных групп микроорганизмов снижается незначительно. Так, количество бактерий в 1 г сухой почвы уменьшается до 391 тыс., спорообразующих бактерий до 34,5 тыс., а количество аксиномицетов и микроскопических грибов до 362 и 5 тыс. Такая ситуация в основном связана с недостатком кислорода в нижних слоях почвы. Групповой состав почвенных микроорганизмов в агросеносе хлопчатника значительно различается по сравнению с необработанной почвой. В верхнем 0-20 см слое почвы общая численность бактерий в 1 г сухой почвы увеличилась до 1672 тыс., в том числе спорообразующих бактерий до 447 тыс., аксиномицетов и микроскопических грибов до 575 тыс. и 15 тысяч соответственно.

В 20-40-сантиметровом слое почвы количественные показатели отдельных групп микроорганизмов изменяются мало. Количество их по группам следующее: количество неспорообразующих бактерий и бацилл колеблется от 1720 тыс. до 390 тыс. на 1 г сухой почвы соответственно, а количество аксиномицетов и микроскопических грибов колеблется от 424 тыс./1 г сухой почвы и 9 тыс./1 г сухой почвы (Таблица 1).

Агротехнические мероприятия (обработка почвы, внесение удобрений, полив хлопчатника и др.) положительно сказались на общей численности и групповом составе микроорганизмов. Почвенные микроорганизмы активно участвуют в трансформации

растительных остатков. Большое значение в этом процессе имеют микроорганизмы, разлагающие целлюлозу (Таблица 2).

Сложные углеводы (полисахариды) в растительных остатках состоят из мономеров (моносахаридов) — фруктозы, глюкозы, рибозы. В результате процесса разложения полисахариды расщепляются на дисахариды, которые затем превращаются в моносахариды. Моносахариды хорошо растворимы в воде, легко усваиваются корнями растений и вовлекаются в общий обменный процесс (метаболизм). Поэтому для активизации микробиологических процессов в почве важна правильная агротехника, обеспечивающая необходимые нормы удобрений и поливов.

Таблица 1
 КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МИКРООРГАНИЗМОВ В ЗЛАКОВО-СЕРЫХ ПОЧВАХ

Ценозы	Общее количество микроорганизмов в 1 г почвы (1000г\почва)					
	Глубина см	Общее кол-во микроорганизмов	общая сумма бактерий	Бациллы	Actino-mesetes	Грибы
Природные ценозы (сырая земля)	0-20	1454	811	56	635	8
	20-40	758	391	34,5	362	5
Агросеноз (хлопковое поле)	0-20	2262	1672	447	575	
	20-40	2153	1720	390	424	8

Таблица 2
 МИКРООРГАНИЗМЫ, РАСЩЕПЛЯЮЩИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗУ

Ценозы	Глубина, см	Бактерии		Грибы	
		1000 на 1 г/сухой земли	%	1000 на 1 г/сухой земли	%
Природные ценозы (сырая земля)	0-20	308,2	38	4,0	50
	20-40	117,3	30	2,28	38
Агросеноз (хлопковое поле)	0-20	518,3	31	7,90	53
	20-40	533,2	31	4,14	46

Выводы

Экспериментальным методом изучено влияние импульсного газового разряда на опытные образцы семян хлопка в направлении обезвреживания семян от различных патогенных микроорганизмов и определен оптимальный режим работы.

Исследовано влияние сильного электрического поля и газового разряда на различные биологические структуры опытных образцов семян хлопка. Выявлено, предпосевная обработка семян хлопка в электрическом поле импульсного разряда, исключает применение ядохимикатов, обеспечивает ускорение и стабилизацию всхожести семян, убыстрение (на 10-15 дней) созревания и ускоренного раскрытия коробочек, улучшение качественных показателей, повышение урожайности хлопчатника. При этом повышается урожайность хлопка-сырца до 50%, особенно на первом сборе урожая и улучшаются качественные показатели хлопкового волокна, по сравнению с традиционной агротехнологией выращивания хлопчатника. На основании полученных результатов предлагается разработать экологически чистую, экономичную и эффективную электротехнологию выращивания хлопчатника. Механизм воздействия импульсного электрического поля на семена хлопка перед посевом.

Из представленных экспериментальных данных видно стимулирующее действие электрического импульсного поля на семена хлопка. Можно предположить, что в момент воздействия электрическим импульсным полем внутри семени хлопка происходит перераспределение электрических зарядов, что, в свою очередь, изменяет ход физико-химических процессов, влияющих на последующий рост и развитие растения. Высокий результат стимулирующего воздействия объясняется увеличением хода биологических процессов в семени за счет получения дополнительной энергии при обработке. Активизация начальных этапов развития семян, подвергшихся воздействию электрического поля, приводит к изменению морфологических характеристик проростков. У растений происходит удлинение первых междоузлий, формируется более мощная, по сравнению с контролем, корневая система. Очень важным является тот факт, что рост корней способствует более быстрому укоренению растений, лучшему использованию ими весенней влаги и питательных веществ. Степень влияния электростимуляции зависит от режима обработки. Лучшие результаты зафиксированы с использованием электрического импульсного тока при воздействии на семена в течение 15 мин 120 с. Наблюдаемое при этом повышение морфофизиологических показателей проростков, способствует увеличению урожайности.

Электростимуляция, с использованием электрического импульсного поля, позволяет перевести физиологическое состояние зародыша, вплоть до изменения химического состава, из состояния «покоя» в состояние «пробуждения» и активного роста. И, как было отмечено выше, в момент воздействия электрическим полем внутри семени происходит перераспределение электрических зарядов, что, в свою очередь, несколько изменяет ход физико-химических процессов, влияющих на последующий рост и развитие растений.

Стимулирующее влияние электрического импульсного поля на семена хлопка способствует решению задачи минимизации в агробиоценозах вредителей и максимальной циркуляции энтомофагов. Следствием чего, является формирование устойчивости растений к комплексу вредных факторов, в том числе к хозяйственно опасным вредителям и инфекционным заболеваниям. В ходе экспериментов установлено, что обработка посевного материала в электрическом поле импульсного разряда, способствует снижению численности и вредоносности фитофагов на 46,5-68,3% и 13,1-88,5% соответственно. Причём эффективность данного приёма в защите растений от разных вредителей находится в прямой зависимости от режима обработки [15].

Список литературы:

1. Исмаилов М. Электротехнология в производстве хлопка-сырца: автореф. дис. ... д-р техн. наук. М., 1997. 32 с.
2. Стерхова Т. Н., Савушкин А. В., Сиротин А. А., Корнаухов П. Д. Электрический способ обеззараживания семян сельскохозяйственных культур // Инженерный вестник Дона. 2013. Т. 24. №1 (24). С. 96.
3. Долговых О. Г., Красильников В. В., Газдинов Р. Р. Влияние лазерной обработки на семена яровой пшеницы Ирень // Инженерный вестник Дона. 2012. Т. 23. №4-2. С. 33.
4. Юлдашев Р. З. Повышение посевных качеств семян хлопчатника в Республике Таджикистан методами предпосевного ультрафиолетового и низкотемпературного плазменного облучения: дисс. ... канд. техн. наук. СПб., 2013. 177 с.
5. Юлдашев Р. З. Исследование экологически чистых и энергосберегающих УФ и плазменных технологий для предпосевной обработки семян // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2011. №25. С. 242-245.

6. Юлдашев Р. З. Использование низкотемпературных плазменных технологий В предпосевной обработке семян хлопчатника // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2012. №28. С. 391-394.
7. Байметов Р. И., Хатамов Б. А., Исакова З. Х. Водосберегающая технология полива хлопчатника // Механика и технология. 2021. Т. 2. №3. С. 27-30.
8. Усенко С. Н., Науменко О. В. Применение сильных электрических полей в зерновой отрасли // Инновации в сельском хозяйстве. 2016. №3. С. 138-143.
9. Хныкина А. Г., Рубцова Е. И., Стародубцева Г. П., Безгина Ю. А. Влияние импульсного электрического поля на микрофлору семян сельскохозяйственных культур // Современные проблемы науки и образования. 2012. №6. С. 54-54.
10. Стародубцева Г. П., Рубцова Е. И., Лапина Е. Н., Боголюбова И. А., Меньщиков А. В. Разработка способа предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур импульсным электрическим полем (ИЭП) и экономическое обоснование его использования // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. №75. С. 1037-1051.
11. Хайновский В. И., Рубцова Е. И., Горохов А. В. Применение импульсного электрического поля для предпосевной стимуляции семян сои // Физико-технические проблемы создания новых технологий в агропромышленном комплексе. 2007. С. 427-431.
12. 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.
13. Хайновский В. И., Копылова О. С., Козырев А. Е. Расчет доз воздействия импульсного электрического поля на семенной материал // Аграрная Россия. 2012. №9. С. 37-40.
14. Рубцова Е. И. и др. Использование физических факторов в сельском хозяйстве // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. №9. С. 84-86.
15. Каркусов М. Л., Головахин В. Г. Электрофизические способы предпосевной обработки семян // Студенческая наука-агропромышленному комплексу: Научные труды. 2022. С. 84-86.

References:

1. Ismailov, M. (1997). *Elektrotekhnologiya v proizvodstve khlopka-syrtsa: avtoref. dis. ... d-r tekhn. nauk.* Moscow. (in Russian).
2. Sterkhova, T. N., Savushkin, A. V., Sirotin, A. A., & Kornaukhov, P. D. (2013). Elektricheskiy sposob obezzarzhivaniya semyan sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. *Inzhenernyi vestnik Dona*, 24(1 (24)), 96. (in Russian).
3. Dolgovykh, O. G., Krasil'nikov, V. V., & Gaztdinov, R. R. (2012). Vliyanie lazernoi obrabotki na semena yarovoi pshenitsy Iren'. *Inzhenernyi vestnik Dona*, 23(4-2), 33. (in Russian).
4. Yuldashev, R. Z. (2013). Povyshenie posevnykh kachestv semyan khlopchatnika v Respublike Tadzhiqistan metodami predposevnogo ul'trafiol'etovogo i nizkotemperaturnogo plazmennogo oblucheniya: diss. ... kand. tekhn. nauk. St. Petersburg. (in Russian).
5. Yuldashev, R. Z. (2011). Issledovanie ekologicheski chistykh i energosberegayushchikh UF i plazmennykh tekhnologii dlya predposevnoi obrabotki semyan. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, (25), 242-245. (in Russian).
6. Yuldashev, R. Z. (2012). Ispol'zovanie nizkotemperaturnykh plazmennykh tekhnologii V predposevnoi obrabotke semyan khlopchatnika. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, (28), 391-394. (in Russian).

7. Baimetov, R. I., Khatamov, B. A., & Isakova, Z. Kh. (2021). Vodosberegayushchaya tekhnologiya poliva khlopchatnika. *Mekhanika i tekhnologiya*, 2(3), 27-30. (in Russian).
8. Usenko, S. N., & Naumenko, O. V. (2016). Primenenie sil'nykh elektricheskikh polei v zernovoi otrasli. *Innovatsii v sel'skom khozyaistve*, (3), 138-143. (in Russian).
9. Khnykina, A. G., Rubtsova, E. I., Starodubtseva, G. P., & Bezgina, Yu. A. (2012). Vliyanie impul'nogo elektricheskogo polya na mikofloru semyan sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, (6), 54-54. (in Russian).
10. Starodubtseva, G. P., Rubtsova, E. I., Lapina, E. N., Bogolyubova, I. A., & Men'shchikov, A. V. (2012). Razrabotka sposoba predposevnoi obrabotki semyan sel'skokhozyaistvennykh kul'tur impul'snym elektricheskim polem (IEP) i ekonomicheskoe obosnovanie ego ispol'zovaniya. *Politematicheskii setevoi elektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, (75), 1037-1051. (in Russian).
11. Khainovskii, V. I., Rubtsova, E. I., & Gorokhov, A. V. (2007). Primenenie impul'nogo elektricheskogo polya dlya predposevnoi stimulyatsii semyan soi. In *Fiziko-tekhnicheskie problemy sozdaniya novykh tekhnologii v agropromyshlennom komplekse* (pp. 427-431). (in Russian).
12. Khainovskii, V. I., Starodubtseva, G. P., & Rubtsova, E. I. (2007). Predposevnaya stimulyatsiya semyan soi impul'snym elektricheskim polem. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaistva*, (10), 17-18. (in Russian).
13. Khainovskii, V. I., Kopylova, O. S., & Kozyrev, A. E. (2012). Raschet doz vozdeistviya impul'nogo elektricheskogo polya na semennoi material. *Agrarnaya Rossiya*, (9), 37-40. (in Russian).
14. Rubtsova, E. I., Bezgina, Yu. A., Avdeeva, V. N., Bogolyubova, I. A., Afanas'ev, M. A., & Golubnitskaya, E. N. (2015). Ispol'zovanie fizicheskikh faktorov v sel'skom khozyaistve. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 29(9), 84-86. (in Russian).
15. Karkusov, M. L., & Golovakhin, V. G. (2022). Elektrofizicheskie sposoby predposevnoi obrabotki semyan. In *Studencheskaya nauka-agropromyshlennomu kompleksu: Nauchnye Trudy*, 84-86. (in Russian).

Работа поступила
в редакцию 09.10.2024 г.

Принята к публикации
20.10.2024 г.

Ссылка для цитирования:

Джафарова Ф. Ш., Гурбанов К. Б., Джафаров В. И., Тагиева З. А., Гусейнова С. А., Ахадова С. С., Гаджиева В. М. Разработка экологически чистого, экономичного и эффективного способа предпосевной обработки семян хлопчатника импульсным электрическим полем // Бюллетень науки и практики. 2024. Т. 10. №11. С. 308-316. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/108/39>

Cite as (APA):

Jafarova, F., Gurbanov, K., Jafarov, V., Tagiyeva, Z., Guseynova, S., Akhadova, S. & Gadzhieva, V. (2024). Development of an Environmentally Friendly, Economical and Effective Method for Pre-sowing Treatment of Cotton Seeds with a Pulsed Electric Field. *Bulletin of Science and Practice*, 10(11), 308-316. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/108/39>