

На правах рукописи

Данилов Дмитрий Владимирович

**ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
И ОЗОНО-ВОЗДУШНОГО ПОТОКА
НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН И УРОЖАЙНОСТЬ
КОРНЕПЛОДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ**

Специальность 06.01.01 – Общее земледелие

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Ставрополь – 2010

Работа выполнена в Федеральном государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Ставропольский государственный аграрный университет»

- Научный руководитель:** доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Стародубцева Галина Петровна
- Официальные оппоненты:** доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Войсковой Александр Иванович
- кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Кувшинова Елена Константиновна
- Ведущая организация:** ГНУ «Ставропольский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»

Защита состоится 30.12.2010 года в 12.00 часов на заседании диссертационного совета Д 220.062.03. при ФГОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет» по адресу: 350017, г.Ставрополь, пер. Зоотехнический 12, ауд. № 3

С диссертацией можно ознакомиться в научном отделе библиотеки ФГОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», с авторефератом – на сайте университета: <http://www.stgau.ru>.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью предприятия, просим направлять ученому секретарю диссертационного совета.

Автореферат разослан 30.11.2010г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

А.П. Шутко

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Повышение урожайности сельскохозяйственных культур на основе использования современных технологий возделывания – основная задача сельскохозяйственного производства. Одним из путей решения этой задачи является воздействие на семена с помощью физических факторов и озono-воздушного потока, так как последние не только способствуют повышению посевных качеств семян, но и приводит к подавлению патогенной микрофлоры, а также исключают побочные отрицательные влияния на природу и человека, что, как известно, в наше время весьма актуально.

Цель и задачи исследований. Улучшение посевных и урожайных свойств семян сахарной свеклы с использованием физических факторов и озono-воздушного потока.

Задачи исследований:

1. Установить оптимальные режимы обработки семян сахарной свеклы физическими факторами и озono-воздушным потоком.
2. В лабораторных условиях выявить влияние предпосевной обработки физических воздействий и озono-воздушного потока на: посевные качества семян сахарной свеклы; электрофизические параметры обеспечивающие жизнедеятельность; водопоглощение; электропроводность водной вытяжки и патогенную микрофлору.
3. Обосновать использование прогнозирования урожайности сахарной свеклы на основании установленной величины органов проростков и всхожести семян, изменившихся под влиянием электромагнитных импульсов.
4. Дать экономическую оценку предлагаемым способам предпосевной обработки семян.
5. Эффективность предлагаемых способов предпосевной обработки семян проверить в полевых опытах.

Научная новизна результатов. Впервые в лабораторных и производственных условиях Ставропольского края изучено влияние физических факторов на посевные качества семян сахарной свеклы и, их патогенную микрофлору с использованием озона. Методом кондуктометрического анализа определены оптимальные режимы и дозы изучаемых способов физических воздействий уже при предпосевной обработке, улучшающих посевные качества семян.

Предлагаются уравнения регрессии, позволяющие предварительно определить сроки сева каждой партии семян, а также произвести прогнозирование урожайности.

Достоверность полученных результатов подтверждается объемом лабораторных и полевых исследований, статистической обработкой результатов экспериментов, совпадением полученных данных с результатами других исследователей.

Практическая значимость работы. Полученные экспериментальные данные вносят вклад в решение теоретических и практических вопросов улучшения посевных качеств семян сахарной свеклы. Предлагаются режимы

и дозы предпосевной обработки семян сахарной свеклы физическими воздействиями и озоном, положительно влияющими на посевные качества семян и урожайность сахарной свеклы. Рекомендуются ряд приборов для решения физико-технических проблем при создании новых технологий в агропромышленном комплексе страны.

Апробация работы. Результаты исследований доложены на III Российской научно-практической конференции «Физико-технические проблемы создания новых технологий в АПК» (СтГАУ, апрель 2005 г.), Региональной конференции Всероссийского совета молодых ученых и специалистов аграрного образования и научных организаций ЮФО (Ставрополь, февраль – март 2006 г.), 71-ой ежегодной научно-практической конференции (СтГАУ, апрель 2006 г.), 71-ой Всероссийской научно-практической конференции «Университетская наука – региону» (г. Ставрополь, март 2007 г.), IV Российской научно-практической конференции «Физико-технические проблемы создания новых технологий в агропромышленном комплексе» (г. Ставрополь, апрель 2007 г.), 72-ой ежегодной научно-практической конференции «Физико-технические проблемы создания новых технологий в агропромышленном комплексе» (г. Ставрополь, апрель 2008 г.), V Российской научно-практической конференции «Физико-технические проблемы создания новых экологически чистых технологий в агропромышленном комплексе» (г. Ставрополь, апрель 2009 г.), Региональной выставке «Агроуниверсал-2010» 17-19 марта, в г. Ставрополе.

Реализация результатов исследований. Производственные испытания предпосевной обработки семян сахарной свеклы импульсным электрическим полем и озono-воздушным потоком проведены в СПК «Колхоз «Терновский»» Труновского района Ставропольского края в 2006-2008 гг., о чем свидетельствуют прилагаемые акты внедрения.

Личный вклад автора. При участии автора разработана программа исследований, выполнены лабораторные и производственные опыты, обработаны экспериментальные данные.

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 9 научных статей, в т. ч. 1 статья в журнале, реферируемом ВАК РФ.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов, предложений производству, списка литературы, включающего 179 наименований, из них 18 иностранных, и 2 приложения. Общий объем диссертации 134 страницы, в том числе 38 рисунков и 8 таблиц.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Условия и методы проведения исследований

Исследования проводились в 2005-2008 гг. в соответствии с планом НИР СтГАУ на 2006-2010 гг., раздел 1.1.3. Место проведения исследований: лабораторно-технический цикл - в учебно-научной испытательной лаборатории (УНИЛ), СтГАУ, полевые опыты - проведены на черноземе обыкновенном в СПК «Колхоз «Терновский»» Труновского района Ставропольского края

Объект исследования - семена сахарной свеклы сорта Крета, районированного для зоны умеренного климата Ставропольского края.

В ходе выполнения лабораторных исследований была проведена предпосевная обработка семян сахарной свеклы импульсным электрическим полем (ИЭП) на частотах от 21 до 300 Гц при времени отлежки обработанных семян до их закладки на проращивание от 0 до 9 суток и экспозиции от 10 до 200 минут, и электромагнитным полем низкой частоты (16 Гц).

Предпосевная обработка семян сахарной свеклы озono-воздушным потоком проводилась на лабораторном озонаторе и озонаторе «Озон 60П» при концентрации от 2,3 до 55 мг/м³ и времени отлежки обработанных семян до их закладки на проращивание от 0 до 9 суток и экспозиции от 3 до 15 минут, концентрация озона измерялась оптическим газоанализатором озона «Циклон-5.41».

В лабораторных условиях для оценки посевных качеств семян определялись следующие показатели:

- энергия прорастания, лабораторная всхожесть семян - ГОСТ 12038-84;
 - интенсивность водопоглощения семенами сахарной свеклы - ГОСТ 13586.5-93;
 - оценка семян сахарной свеклы на присутствие грибной инфекции - ГОСТ 12044-93 и по методике Н.А. Наумовой (1995 г.);
 - удельная электропроводность водной вытяжки из семян РД 52.24.495-2005;
 - прогнозирование влияния импульсного электрического поля на урожайность сахарной свеклы на основании величины органов проростков и всхожести семян по методике Ю.С. Ларионова, патент № 3676 от 19.01.1995 г..
- ✓ Учет урожая корнеплодов проводили сплошным методом с учетной площади делянки. Образцы для химического анализа отбирали на учетных площадках. Содержание сухого вещества и сахаристость в корнеплодах определяли в соответствии с ГОСТ 17421-82. Статистическая обработка полученных данных проведена методом дисперсионного и корреляционного анализов (Б.А. Доспехов, 1985). Вычисления выполнены с использованием компьютерной программы *Statistica 6* и *SPSS*.
- ✓ Полевые опыты проводились в СПК «Колхоз «Терновский»» Труновского района Ставропольского края в зоне неустойчивого увлажнения. Сумма температур за вегетационный период составляла 3200–3400 °С, среднегодовое количество осадков 512 мм.
- ✓ Технология выращивания сахарной свеклы соответствовала рекомендациям, принятым для зоны. Площадь опытной делянки составляла от 5 га до 40 га в разные годы проведения полевого опыта в производственных условиях.

Оценка экономической эффективности предпосевной обработки семян сахарной свеклы сорта Крета ИЭП выполнена в соответствии с методическими рекомендациями по расчету экономической эффективности сельскохозяй-

ственного производства на основе технологических карт по ценам и расценкам в среднем за 2006–2008 гг.

2. Результаты исследований

2.1. Воздействие импульсного электрического поля (ИЭП) на полевые качества семян сахарной свеклы сорта Крета

Для обработки семян в лабораторных условиях использовался высоко-

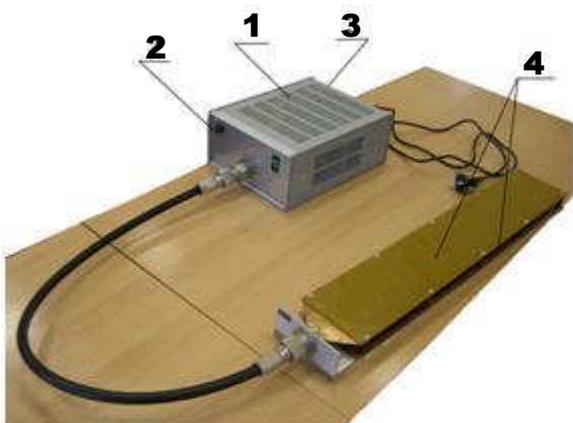
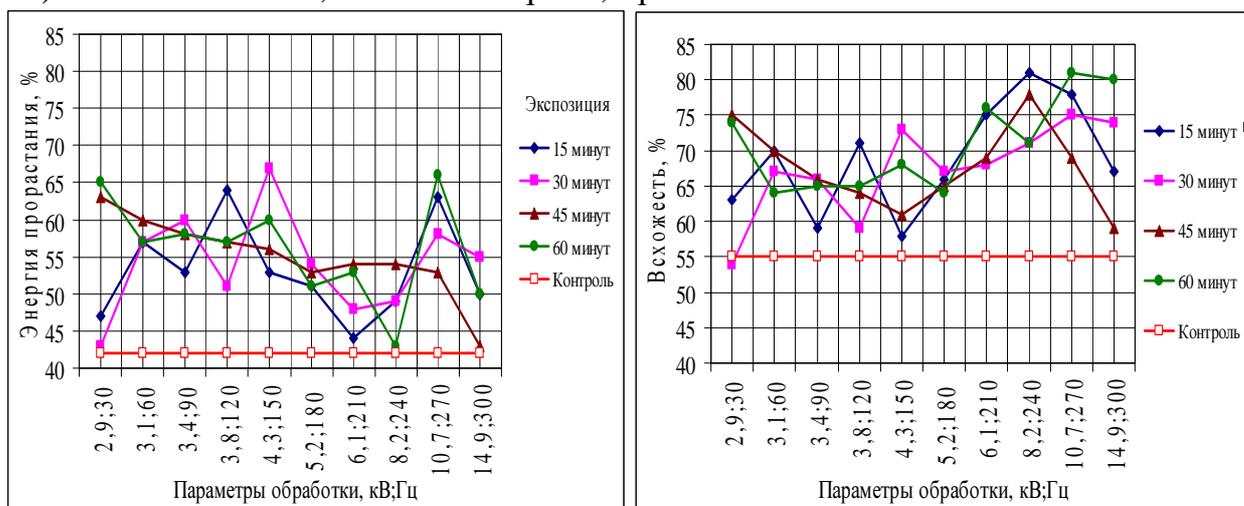


Рисунок 1 – Высоковольтный импульсный генератор напряжения

вольтный импульсный генератор напряжения (рис. 1), состоящий из генератора (1), регулятора амплитуды напряжения выходного импульса (2), позволяющего задавать напряжение в пределах от 3 до 15 кВ, и регулятора частоты выходного импульса (3), позволяющего изменять частоту в пределах от 20 до 300 Гц, а также двух электродов (4), образующих между собой межэлектродное пространство, в которое помещались семена сахарной свеклы. Исследования показали, что эффективность

воздействия импульсного электрического поля на семена сахарной свеклы зависит от частоты следования импульсов, приложенного напряжения, экспозиции и времени отлежки семян от обработки до закладки их на проращивание. В октябре 2006 года был проведен поисковый эксперимент. Энергия прорастания семян контрольного варианта составляла 42 %, всхожесть 55 %. Низкие полевые качества можно объяснить тем, что семена сахарной свеклы находились в состоянии покоя и у свежесобранных семян много «твердых».

Во всех опытных вариантах энергия прорастания и всхожесть (рис. 2а, 2б) оказались выше, чем на контроле, превышая ее на 1...24 %.



а)

б)

Рисунок 2 – Влияние параметров ИЭП при обработке семян сахарной свеклы: а – на энергию прорастания; б – на всхожесть

Однако полученный результат не позволил сделать выводы об оптимальных режимах обработки, поэтому проведены повторные опыты в декабре 2006 года по предпосевной обработке ИЭП дражированных семян сахарной свеклы в более узком диапазоне (5,2;180-14,9;300 кВ;Гц) производительности установки в зависимости от экспозиции и времени от обработки семян до закладки их на проращивание, которое длилось от 0 до 9 суток. Семена контрольного варианта имели энергию прорастания 55 %, всхожесть 87 %.

У семян, заложенных на проращивание сразу после обработки ИЭП —, во всех экспериментальных вариантах энергия прорастания оказались выше, чем на контроле (рис. 3 а).

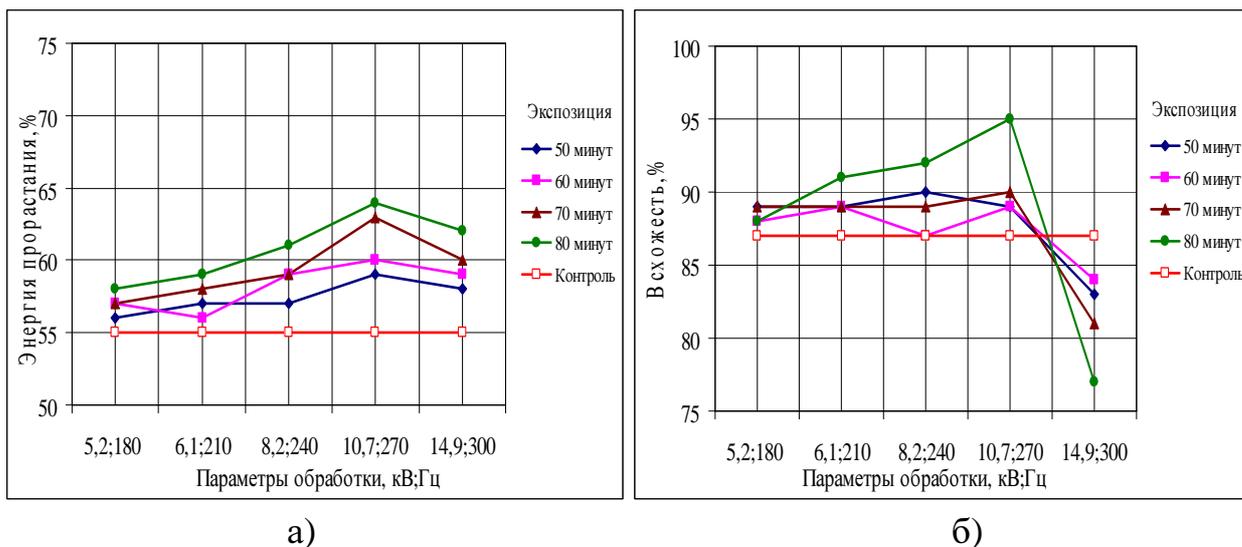


Рисунок 3 – Влияние режимов обработки семян сахарной свеклы сорта Крета ИЭП без отлежки: а – на энергию прорастания; б – на всхожесть

По мере возрастания параметров ИЭП посевные качества семян улучшались, имея максимальные значения при параметрах ИЭП 10,7;270 кВ;Гц и экспозиции 80 минут. При экспозиции 80 минут энергия прорастания была существенно выше, чем на контроле, на 9 %, при 70 минутах, на 8 %, при 60 минутах, на 5 %, при 50 минутах обработки, на 4 %.

Дальнейшее увеличение параметров ИЭП привело к снижению энергии прорастания семян сахарной свеклы на 2-3 %. Аналогичная зависимость получена и по всхожести семян (рис. 3 б).

При 3-суточной отлежке обработанных семян максимальное значение энергии прорастания получено при параметрах ИЭП 10,7;270 кВ;Гц и экспозиции 80 минут: 75 %, или на 20 % выше, чем на контроле, а всхожесть у семян, обработанных в этом же режиме, существенно ($НСР_{95} = 1,3$), на 7 %, выше, чем на контроле (рис. 4 а, б).

Влияние предпосевого воздействия ИЭП на семена сахарной свеклы, заложенных на проращивание через 6 и 9 суток, сохранялось, но абсолютные показатели энергии прорастания и всхожести семян были несколько ниже, чем у семян с отлежкой 0 и 3 суток. Таким образом, лучшие результаты по предпосевной обработке семян сахарной свеклы ИЭП получены при напряжении 10,7 кВ, частоте следования импульсов 270 Гц, времени обработки 80 минут и времени отлежки 3 суток.

С точки зрения современной теории о действии электромагнитных излучений на биологические объекты, эти воздействия носят нелинейный характер, и живая клетка является энергоинформационной матрицей, способной воспринимать электромагнитные волны строго определенных индивидуальных частот.

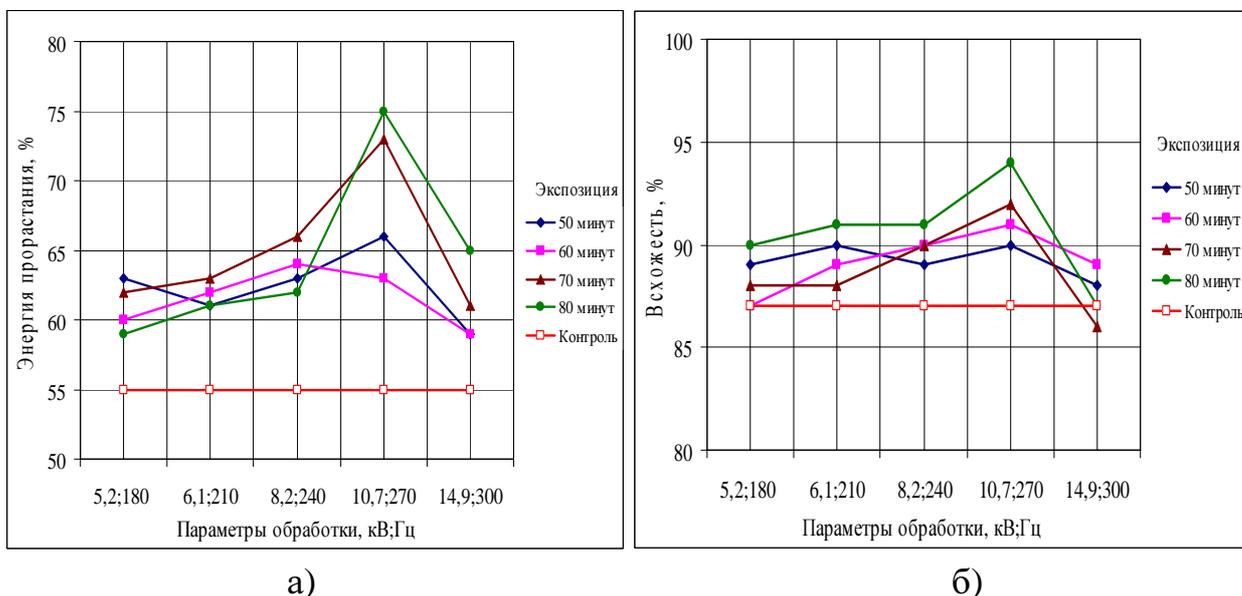


Рисунок 4 – Влияние режимов обработки семян сахарной свеклы ИЭП: а – на энергию прорастания; б – на всхожесть при времени отлежки обработанных семян 3 сут

Нами проведены исследования при обработке ИЭП фиксированными частотами от 21 до 300 Гц при времени отлежки обработанных семян 3 суток.

На рисунке 5 представлены результаты эксперимента на частотах следования импульсов ИЭП 21 и 270 Гц, на которых получены лучшие результаты повышения посевных качеств дражированных семян, имеющих энергию прорастания 52, а всхожесть 77 %.

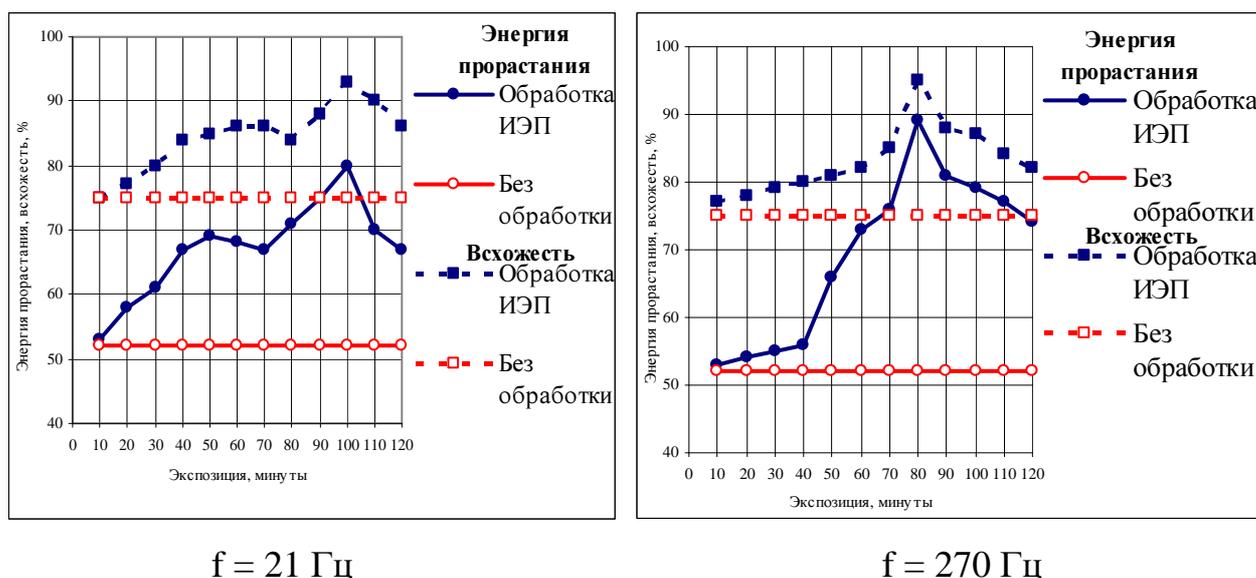


Рисунок 5 – Влияние экспозиции и частоты следования импульсов ИЭП на энергию прорастания и всхожесть семян сахарной свеклы

Анализ результатов позволил сделать вывод, что при увеличении частоты следования импульсов ИЭП экспозиция, необходимая для получения оптимального результата, уменьшается. Так, при частоте 21 Гц это 100 минут, а при частоте 270 Гц – 80 минут. Дальнейшее увеличение экспозиции нецелесообразно, так как посевные качества семян сахарной свеклы снижаются на 2-3 % по отношению к этому показателю при оптимальной экспозиции.

2.2. Влияние предпосевной обработки семян сахарной свеклы ИЭП на органы проростков и всхожесть семян

Воздействие ИЭП на семена особенно четко проявляется в начальных стадиях прорастания. Ю.С. Ларионовым (2002 г.) предложена методика прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур на основании величины органов проростков и всхожести семян. Нами проведен опыт по определению длины корешка, ростка и всхожести семян сахарной свеклы, пророщенных в рулонах фильтровальной бумаги, обработанных ИЭП частотой 21 Гц при времени отлежки 3 суток. Лучший результат по этим показателям получен у семян, обработанных при экспозиции 100 минут. Всхожесть в этом варианте составляла 94,5 %, что существенно выше ($НСР_{95} = 2,6$), чем на контроле и других экспериментальных вариантах. В зависимости от экспозиции отношение длины ростка к длине корешка (таблица 1) колебалось в пределах от 0,56 до 1,2. В оптимальном варианте при экспозиции 100 минут отношение Р/К равнялось 0,95, то есть было близко к 1.

Наблюдаемая нами динамика влияния роста и развития проростков семян сахарной свеклы при воздействии на них ИЭП 21 Гц в широком интервале экспозиции от 10 до 120 минут показывает, что процесс воздействия ИЭП на ростовые процессы носит интегральный характер, с максимальной экспозицией 100 минут, при этом наблюдаются максимальная всхожесть семян, длина ростка и корешка. С точки зрения биорезонансного взаимодействия, являющегося основой действия ИЭП на клетки зародыша, это и есть та экспериментально найденная оптимальная дозировка обработки, которая может быть рекомендована хозяйству для конкретной партии семян.

Показатель Р/К отражает эволюционно-генетические подходы к пониманию формирования органов проростков и возможность управления их ростом и развитием в период возделывания сорта. Если отношение длины ростка к длине корешка меньше 0,8, то такие семена необходимо сеять в хорошо прогретую почву, т.е. позднее, при соотношении больше 1,2, в прохладную почву, при коэффициенте, близком к 1,0, посев следует осуществлять в оптимально принятые для данного сорта и культуры сроки

Таблица 1 – Влияние предпосевной обработки семян ИЭП на органы проростка и всхожесть семян сахарной свеклы в зависимости от экспозиции (мин) при частоте $f = 21$ Гц и времени отлежки 3 суток

Экспозиция, мин		Всхожесть, %	Урожайность, т/га	Длина ростка (Р), см	Длина корешка (К), см	Р/К	
60	Повторность*	1	65,4	30,8	5,6	6,3	0,88
		2	71,2	34,4	4,6	7,2	0,64
		3	68,2	32,5	5,3	6,6	0,80
100	Повторность*	1	94,5	49,1	6,17	6,5	0,95
		2	95,7	49,8	5,75	6,61	0,87
		3	95,8	49,9	7,5	6,25	1,2
120	Повторность*	1	67,6	32,2	4,2	7,3	0,57
		2	70,8	34,2	4,9	7,4	0,66
		3	72,7	35,4	5,4	7,5	0,72

* Представлено по 3 повторности из 10.

Анализируя данные, представленные в таблице, можно сделать вывод, что семена, обработанные частотой 21 Гц, дадут максимальную урожайность при их обработке ИЭП экспозицией 100 минут и высевать их следует в оптимально принятые для данной зоны и данной культуры сроки.

Полученный вывод подтверждают и уравнения регрессии:

$$Y (\text{всх.}\%) = 1,59X + 16,45,$$

где X – урожайность корнеплодов сахарной свеклы (достоверно работающая при всхожести выше 70 %).

$$Y (\text{дл. рост. см}) = 5,21X + 1,22,$$

где X – отношение длины ростка к длине корешка (достоверно работающее при длине ростка не менее 5 см).

Совпадение оптимальных режимов обработки, определенных традиционными способами (рис. 5) и по величине проростков семян (табл. 1), позволяет использовать эту методику при подборе режимов предпосевной обработки семян.

2.3. Теоретический расчет энергетической дозы и оптимальной экспозиции обработки семян сахарной свеклы ИЭП

Источником высоковольтного электрического поля являлся генератор высоковольтных трапецеидальных импульсов напряжения, амплитуда которых изменяется в диапазоне $(3-15) \cdot 10^3$ В, а частота следования от 21 до 300 Гц. В этом режиме работы генератора без внешней нагрузки длительность импульсов τ , длительность их фронта и среза τ_f , τ_{cp} чрезвычайно малы и равнялись, соответственно, $\tau = 5,4 \cdot 10^{-9}$ с, а $\tau_f = 2 \cdot 10^{-9}$ с и $\tau_{cp} = 2,9 \cdot 10^{-9}$ с.

На рисунке 6 в качестве примера представлены типичные зависимости посевных качеств (энергии прорастания и всхожести) семян сахарной свеклы сорта Крета от длительности времени обработки ИЭП, полученные экспериментально.

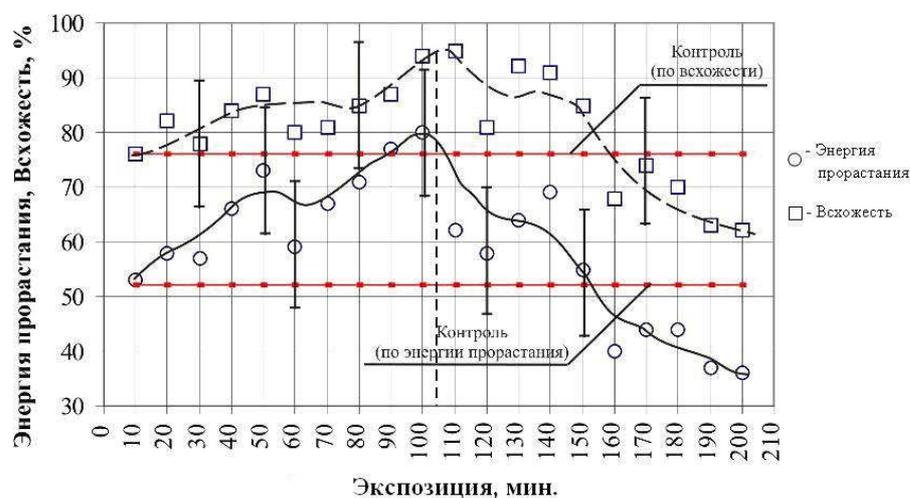


Рисунок 6 – Взаимозависимость энергии прорастания и всхожести семян сахарной свеклы от длительности экспозиции ИЭП ($f = 21 \text{ Гц}$, $E_{\max} = 500 \text{ кВ/м}$)

При частоте следования импульсов 21 Гц лучший результат получен при экспозиции 105 минут (рис. 6).

Энергетическая доза воздействия в соответствии с нашими расчетами определяется по формуле (1) и пропорциональна времени обработки ($t_{\text{обр}}$) и числу частотных составляющих спектра ИЭП.

$$D(f \cdot t_{\text{обр}}) = D_0 \cdot \alpha \cdot N = c \cdot \varepsilon_0 \cdot [E_{\max}(\tau + a) \cdot f]^2 \cdot t_{\text{обр}} \cdot N \quad (1)$$

Например, для $f = 21 \text{ Гц}$, при $E_0 = 0,2 \text{ В/м}$; $t_{\text{обр}} = 105 \text{ минут} = 6300 \text{ секунд}$; $N = 2,5 \cdot 10^6$ из выражения (1) получаем оценку $D_{\text{опт}}(f \cdot t_{\text{обр}}) \cong 1,67 \cdot 10^6 \text{ (Дж/м}^2\text{)}$. Это значение дозы является, в определенном смысле, оптимальным для улучшения посевных свойств семян сахарной свеклы. Действительно, при $D \leq D_{\text{опт}}$, когда $t_{\text{обр}}^* \leq 105 \text{ минут}$, наблюдается возрастающий характер зависимостей (рис. 6). Это, по нашему мнению, качественно отражает стимулирующее суммарное воздействие энергий частотных составляющих спектра ИЭП.

Оценив величину внешней энергии ($W_{\text{вн}}$ ИЭП), облучающей каждое обрабатываемое семя, учитывая, что среднему диаметру семени свеклы $d = 3 \text{ мм}$ соответствует площадь его поперечного сечения $S \cong 7,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$, и получаем: $W_{\text{вн}} = D_{\text{опт}}(f \cdot t_{\text{обр}}) \cdot S \cong 12 \text{ Дж} \cong 3 \text{ кал}$. Очевидно, что облучающая одно семя энергия ИЭП невелика, а ее воздействие, по-видимому, является катализатором процессов метаболизма семян, что приводит к улучшению их посевных свойств.

Из соотношения (1) также получаем, что для заданной величины $D_{opt} \cong 1,67 \cdot 10^6 \text{ Дж} / \text{м}^2$ оптимальное время обработки $t_{обр}^*$ обратно пропорционально квадрату частоты повторения импульсов электрического поля:

$$t_{обр}^* = \frac{2,78 \cdot 10^6}{f^2} \quad (2)$$

Используя выражение (2), можно в первом приближении рассчитать экспозицию обработки семян ИЭП, не проводя большого количества поисковых экспериментов.

2.4. Воздействие озono-воздушного потока на посевные качества семян сахарной свеклы сорта Крета

Посевные качества непротравленных семян сахарной свеклы сорта Крета, обработанных озono-воздушным потоком концентрацией $2,3 \text{ мг/м}^3$ при экспозиции менее 9 мин, были ниже, чем на контроле.

Обработка семян экспозициями 12 и 15 мин повысила энергию прорастания и всхожесть семян по отношению к контролю несущественно на - 0,5-5 % (рис. 7).

Объяснить снижение посевных качеств семян сахарной свеклы сорта Крета, обработанных озono-воздушным потоком ($2,3 \text{ мг/м}^3$) при кратких экспозициях, можно тем, что озон при такой концентрации стимулирует рост и развитие патогенной микофлоры, являющейся одним из основных отрицательных факторов, влияющих на прорастание семян сахарной свеклы и последующее развитие проростков из них.

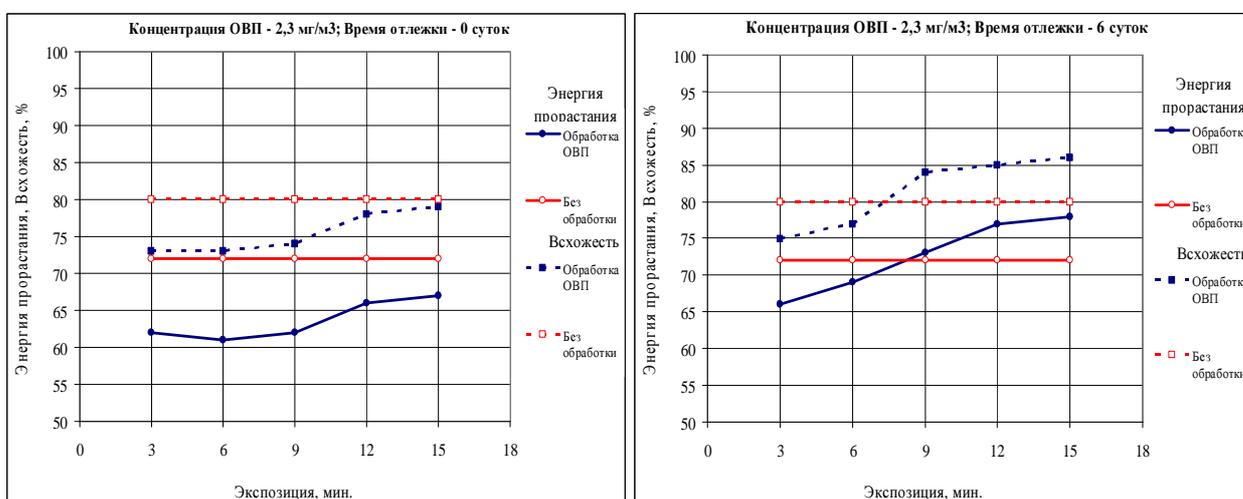


Рисунок 7 – Зависимость посевных качеств семян сахарной свеклы от экспозиции при концентрации озono-воздушного потока $2,3 \text{ мг/м}^3$

При концентрации озона 35 мг/м^3 и времени отлежки до закладки на проращивание 3 суток при экспозициях 6, 9, 12, 15 минут энергия прорастания была, соответственно, равна 78, 79,5, 80, 77 %, что существенно [(НСР = 1,7) на 8; 9,5; 10; 5 %] выше, чем на контроле (рис. 8).

Аналогичные результаты получены и по всхожести. У опытных обработанных озонem семян этот показатель посевных качеств оказался существенно (на 4-12 %) выше (НСР = 1,78), чем на контроле.

Наиболее эффективно предпосевная обработка озono-воздушным потоком концентрацией 35 мг/м^3 сказалась на семенах, заложенных на проращивание через 6 и 9 суток. При экспозиции 12 минут энергия прорастания оказалась на 18-15, а всхожесть на 16 %, соответственно, выше, чем у необработанных озono-воздушным потоком семян. У опытных обработанных озono-воздушным потоком концентрацией 35 мг/м^3 семян сахарной свеклы, заложенных на проращивание через 3-9 суток после обработки, независимо от времени отлежки до закладки их на проращивание, оптимальной оказалась экспозиция 12 минут (рис.8).

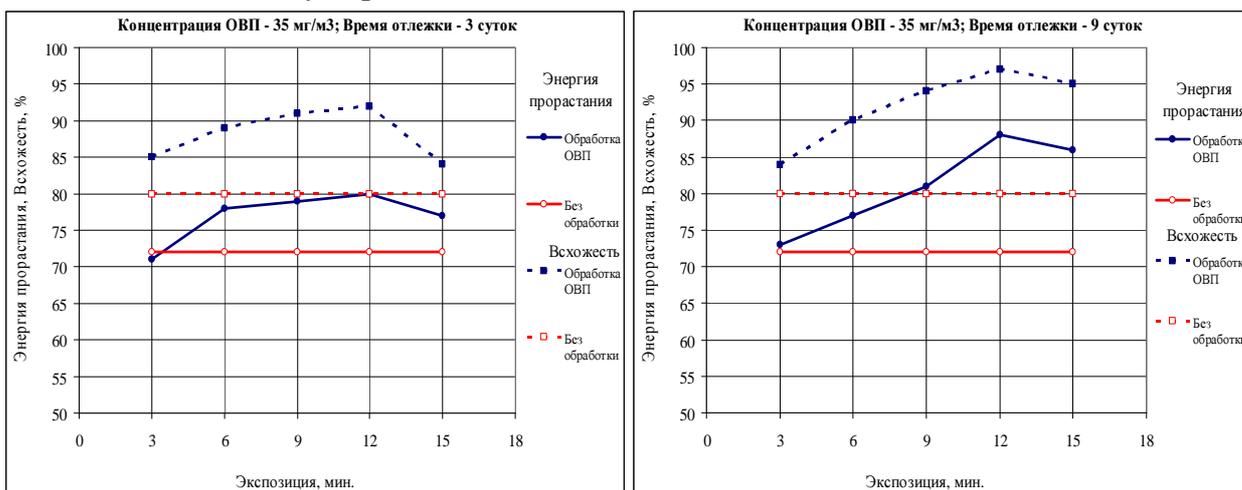


Рисунок 8 – Влияние озono-воздушного потока (35 мг/м^3) на всхожесть и энергию прорастания семян сахарной свеклы

У семян сахарной свеклы сорта Крета опытного варианта, заложенных на проращивание сразу после обработки озono-воздушным потоком при концентрации 55 мг/м^3 и экспозиции 9 минут, энергия прорастания и всхожесть на 5 % выше, чем у семян сахарной свеклы контрольного варианта. Явно выраженной существенной зависимости посевных качеств семян сахарной свеклы от экспозиции не выявлено (рис. 9)..

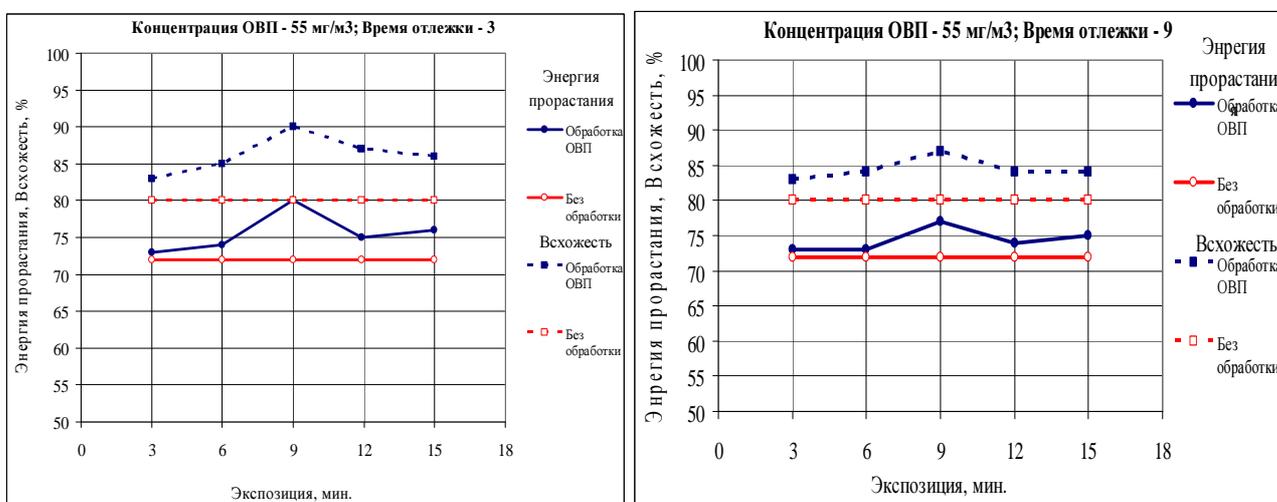


Рисунок 9 – Зависимость посевных качеств семян сахарной свеклы от экспозиции при концентрации озono-воздушного потока 55 мг/м^3

У семян сахарной свеклы сорта Крета, заложенных на проращивание через трое суток после обработки, энергия прорастания на 8 %, а всхожесть на 10 % выше, чем у семян контрольного варианта, при полном подавлении патогенной микофлоры в чашках Петри с прорастающими семенами.

У семян, заложенных на проращивание через 9 суток после обработки, энергия прорастания при экспозиции 9 минут на 5 %, а всхожесть на 7 % выше, чем у семян контрольного варианта. У семян сахарной свеклы, обработанных при экспозиции 15 минут, эти показатели оказались ниже, чем у семян, обработанных при экспозиции 9 минут (рис. 9).

Анализ полученных данных позволяет утверждать, что оптимальное время воздействия озono-воздушного потока на посевной материал во всех опытах оказалось равным 9, а не 12 минутам, как при концентрации озона 35 мг/м³, то есть при увеличении концентрации озона экспозиция, необходимая для получения наибольшей эффективности от предпосевной обработки, уменьшается.

Объяснить столь резкое повышение посевных качеств семян можно тем, что, проникая в семенные покровы, озон увеличивает снабжение семян активными формами кислорода, позволяет повысить активность некоторых ферментов, ускорить процессы разложения сложных белков и крахмала на составляющие элементы, а также повышает способность семян поглощать воду (Шхалахов Р.С., 2005).

2.5. Влияние физических факторов на водопоглощение семян сахарной свеклы

Для поддержания жизненных процессов в любой клетке семени необходимо непрерывное поступление в нее водо-солевых растворов, моносахаридов и др. низкомолекулярных соединений, которое осуществляется через биомембраны.

В 40-часовом лабораторном эксперименте с интервалом в 1 час нами исследовалась интенсивность водопоглощения необработанных семян и семян, обработанных импульсным электрическим полем (ИЭП) и озono-воздушным потоком (ОВП) в оптимальных режимах. Установлено, что семена сахарной свеклы, подвергавшиеся воздействию импульсного электрического поля и озono-воздушного потока, повысили интенсивность водопоглощения по сравнению с семенами контрольного варианта.

Наиболее интенсивно семена поглощают воду в течение первого часа: при исходной влажности 14,2 % содержание воды достигло (%): в контрольных семенах – 18,3, обработанных ИЭП – 21,3, после предпосевной обработки озono-воздушным потоком – 20,2 (табл. 2).

Разница между массой воды контрольного варианта, поглощенной в течение первого часа, достоверна и составила 3 % при НСР₉₅ = 0,26 обработанными ИЭП и 1,9 % (НСР₉₅ = 0,24) при стимулировании семян озono-воздушным потоком. Далее скорость набухания практически не зависела от приемов предпосевной обработки (табл. 2).

Таблица 2 – Водопоглощение семенами сахарной свеклы (%) в связи с различными воздействиями при их предпосевной обработке

Время, ч	1	5	10	15	20	25	30	35	40
ИЭП	21,3	23,2	25,7	28,2	30,6	34,2	35,5	35,6	35,4
Озон	20,2	22,4	24,9	27,9	30,7	33,4	33,8	34,7	34,8
Без обработки	18,3	21,7	24,5	26,9	29,3	32,3	33,3	33,7	33,6

Достоверное представление о влиянии предпосевной обработки семян на водопоглощение можно выразить через показатель удельного водопоглощения, который рассчитывается по формуле:

$$Y = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \cdot 100\% ,$$

где m_1 - масса семян до замачивания; m_2 - масса семян после замачивания.

Из результатов исследований представленных на рисунке 10, видно, что максимальным удельным водопоглощением за весь период наблюдения обладали семена сахарной свеклы, подвергшиеся воздействию ИЭП.

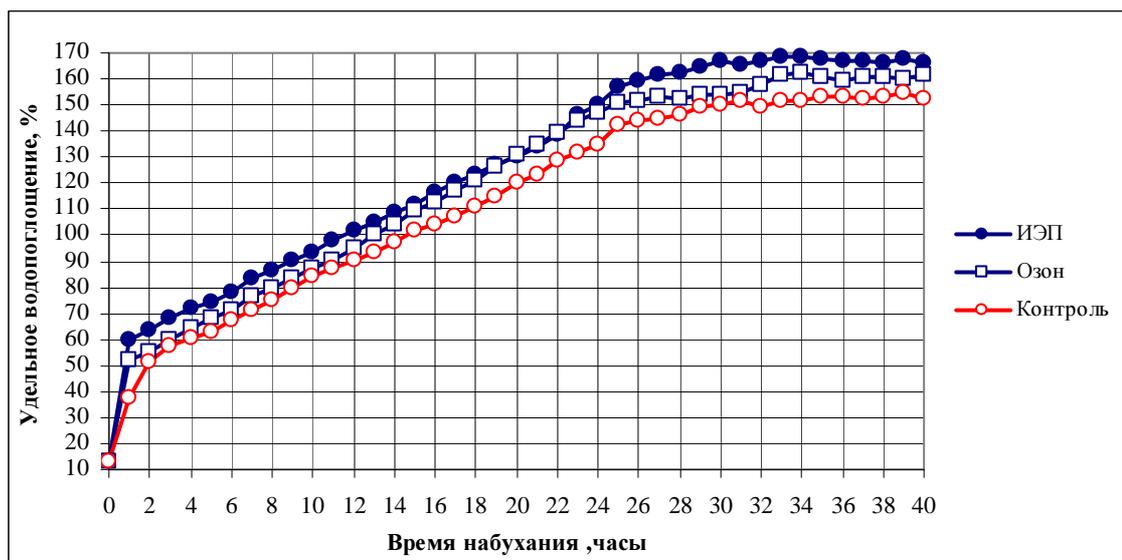


Рисунок 10 – Удельное водопоглощение семян сахарной свеклы в зависимости от вида предпосевной обработки

По мнению исследователей (Ксенз Н.В., Гукова Н.С. 2002), причиной увеличения влагопоглощающей способности семян является активизация диффузионного процесса через оболочку (мембрану) семени. При попадании семени в электрическое или магнитное поле оно поляризуется. Помещение поляризованного семени в воду приводит к появлению диссоционных сил, которые производят упругое растяжение семени. Причем абсолютная деформация растяжений семени пропорциональна напряжениям полей.

Механизм увеличения водопоглощения семян в магнитном и электрических полях может быть связан с уменьшением толщины мембраны вследствие растягивающих поляризационно-диссоционных сил и с увеличением

межатомного расстояния, приводящего к увеличению коэффициента диффузии (Андреева Е.В., 2002).

2.6. Влияние обработки семян сахарной свеклы озоном на зараженность грибной инфекцией

Одним из факторов, ухудшающих качество свекловичных семян, является их инфекционность. Еще во время формирования семян зеленые ткани околоплодника заселяются различными патогенными микроорганизмами, возбудителями церкоспороза, фомоза, эризифоза, ржавчины и других. При созревании семян и уборке на усыхающие ткани околоплодника попадают споры или частицы мицелия сапрофитных грибов. Вредные микроорганизмы значительно снижают жизнеспособность семян, отрицательно влияют на энергию их прорастания и всхожесть. Для предохранения семян их обеззараживают фунгицидами.

Мы изучили возможность оздоровления семян сахарной свеклы путем их предпосевной обработки озоном. Семена обрабатывали озоно-воздушным потоком (ОВП) при концентрациях озона 2,3; 35; 55 мг/м³ (табл. 3).

Таблица 3 – Влияние обработки семян сахарной свеклы озоном на фитосанитарное состояние (время отлежки – 3 суток)

Микроорганизмы	Количество колоний на 100 семян (шт)						
	Без обработки (контроль)	концентрация озона, мг/м ³					
		2,3		35		55	
			(+) к контролю, %		(-) к контролю, %		(-) к контролю, %
Fusarium	35	36	2,8	18	48,6	20	42,8
Alternaria	100	100	0	27,8	72,2	44	56,0
Aspergillus	20	20	0	8	60,0	12	40,0
Penicillium	5	12	140,0	1,8	64,0	3	40,0
Mucor	8	11	37,5	0,5	93,8	2	75,0
Бактерии	2	6	200,0	1	50,0	2	0

Представленные в таблице 3 результаты свидетельствуют, что концентрация озона 2,3 мг/м³ не обладает фунгицидным воздействием на такие патогенные и условно патогенные грибы, как рр. *Fusarium*, *Alternaria*, *Aspergillus*. Более того, данная концентрация озона стимулировала, по сравнению с контролем, на 37,5-140,0 % размножение на семенах грибов рр. *Penicillium* и *Mucor*, а также бактерий. Увеличение концентрации действующего вещества до 35 мг/м³ снижает зараженность семян сахарной свеклы грибами рода *Fusarium* на 42,8 %, или в 1,8 раза. Наблюдается также значительное подав-

ление условно патогенной и сапрофитной микрофлоры. При увеличении концентрации ОВП до 55 мг/м^3 отмечается наиболее сильное подавление микрофлоры.

При концентрации ОВП 55 мг/м^3 и 6-суточной отлежке развитие грибов рр. *Penicillium* и *Mucor* полностью прекращается. При дальнейшем хранении семян (на 9-е сутки) освободившаяся экологическая ниша начинает заполняться грибами р. *Fusarium* и бактериями.

Таким образом, озон (сильный окислитель) уничтожает болезнетворные микроорганизмы, сосредоточенные на поверхности и внутри семян. За счет предотвращения роста и развития болезнетворной микрофлоры создаются предпосылки для получения экологически чистой продукции, что способствует в дальнейшем уменьшению пестицидного прессинга на окружающую среду. Наилучшие результаты в плане оздоровления семян от патогенной, условно патогенной и сапрофитной микрофлоры достигаются при обработке семян сахарной свеклы ОВП при концентрации озона 55 мг/м^3 и времени отлежки 3 - 6 суток.

2.7. Влияние предпосевной обработки семян сахарной свеклы ИЭП и озono-воздушным потоком на электропроводность водной вытяжки из семян

Для оценки посевных качеств семян сельскохозяйственных культур используется физиологический параметр «выход электролитов» из семян. Считается, что, чем ниже удельная электропроводность водных вытяжек из семян, тем прочнее клеточные мембраны.

Результаты опыта по влиянию предпосевной обработки семян сахарной свеклы импульсным электрическим полем при частоте 270 Гц и амплитуде 15 кВ представлены на рисунке 11.

Удельная электропроводность водной вытяжки в значительной степени зависела от экспозиции обработки семян: при 10 и 20 мин удельная электропроводность водной вытяжки из необработанных и обработанных семян была равной и составила 73-72 мСм/см. Увеличение экспозиции до 30, 40, 50, 60, 70, 80 мин снизило удельную электропроводность водной вытяжки из семян до 70, 58, 50, 45, 44, 45 мСм/см соответственно.

Анализ результатов влияния предпосевной обработки семян сахарной свеклы позволяет сделать вывод, что максимальному значению энергии прорастания и всхожести при 80 мин (рис. 5) соответствует минимальное значение (44 мСм/см) удельной электропроводности водной вытяжки, что свидетельствует об изменении проницаемости клеточных мембран и позволяет объяснить механизм влияния предпосевной обработки ИЭП на семена сахарной свеклы.

Удельная электропроводность водной вытяжки из семян сахарной свеклы, обработанных озono-воздушным потоком (35 мг/м^3), существенно зависит от экспозиции (рис. 8). При обработке семян в течение 3 минут удельная

электропроводность водной вытяжки контрольного и изучаемого вариантов была равна и составила 55 мСм/см.

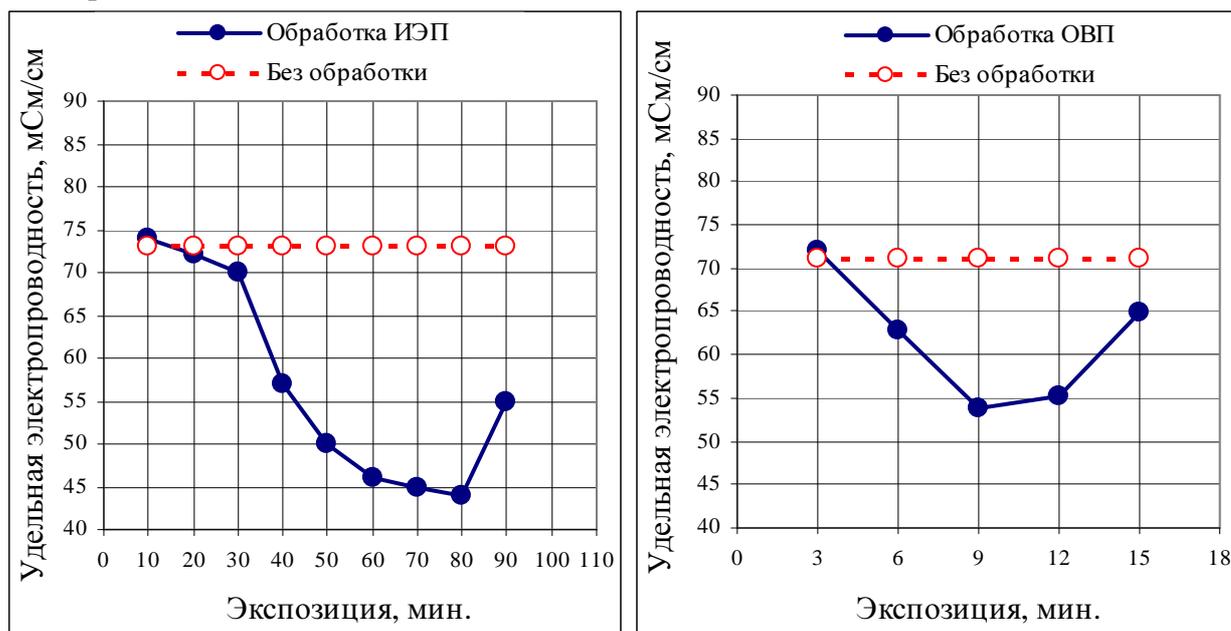


Рисунок 11 – Удельная электропроводность водной вытяжки из семян сахарной свеклы, обработанных импульсным электрическим полем и озоно-воздушным потоком

Минимальное значение удельной электропроводности водной вытяжки из семян сахарной свеклы оказалось при экспозиции 9 мин и соответствует максимальному значению энергии прорастания 52 % и всхожести 69 %, дальнейшее увеличение экспозиции резко увеличило удельную электропроводность водной вытяжки - до 65 мСм/см.

Общим недостатком всех существующих способов предпосевной обработки семян физическими факторами и озоном является сложность в определении оптимальных режимов воздействия, которые для каждой культуры и даже сорта подбираются эмпирически. В нашем представлении эти проблемы решаются методом учета выхода электролитов из семян.

2.8. Влияние физических факторов и озоно-воздушного потока на урожайность и качество корнеплодов сахарной свеклы

Для оценки результатов лабораторных исследований по влиянию ИЭП и ОВП на посевные качества семян и их действия на полевую всхожесть, урожайность, и сахаристость корнеплодов сахарной свеклы были проведены полевые опыты в СПК «Колхоз «Терновский»» Труновского района Ставропольского края 2006-2008 гг. по методике опытов в условиях производства (Б.А. Доспехов, 1985)

Основываясь на результатах лабораторных испытаний, за трое суток до высева семян в поле обработку ИЭП проводили на частоте 270 Гц и экспозиции 80 мин, озоно-воздушным потоком при экспозиции 12 мин и concentra-

ции 35 мг/м³. В 2006 и 2007 г.г. площадь опытной деланки составила 5 га, в 2008 г., 40 га.

Полевая всхожесть семян увеличивалась в годы исследований на 1-5%, а в среднем за 2 года этот показатель увеличился при обработке семян ИЭП на 4%, ОВП-2%. Урожайность корнеплодов сахарной свеклы в годы исследований на вариантах с обработкой ИЭП и ОВП была выше, чем на контроле и в среднем за 3 года была существенно выше на 3,5-3,9 т/га. Существенных различий между способами обработки нет (табл. 4).

Таблица 4 – Влияние предпосевной обработки семян импульсным электрическим полем (ИЭП) и озоно-воздушным потоком (ОВП) на полевую всхожесть семян и урожайность корнеплодов сахарной свеклы

Вариант	Полевая всхожесть, %				Урожайность, т/га			
	год			Средняя	год			Средняя
	2006	2007	2008		2006	2007	2008	
Без обработки	92	91	90	91	49,5	48,7	53,4	50,5
ИЭП	96	94	95	95	53,4	51,8	58,1	54,4
ОВП	93	92	94	93	53,1	52,1	56,7	54,0
НСР ₉₅ = 2,7								

Нами сделана оценка влияния ИЭП и ОВП на сахаристость корнеплодов сахарной свеклы.

Установлено (табл. 5), что применяемые способы обработки семян сахарной свеклы повышают качество корнеплодов. Сахаристость на контроле 14,5%, при обработке ИЭП и ОВП она увеличилась на 0,8 и 0,4%. Лучшим показателем по годам исследований и в среднем за 3 года получены при обработке семян сахарной свеклы ИЭП. Увеличился сбор сахара с 1 га при применении ИЭП на 1,0 т/га и ОВП-на 0,73 т/га.

Таким образом, на основании полевых опытов были подтверждены результаты лабораторных исследований по влиянию ИЭП и ОВП на посевные свойства семян сахарной свеклы и как следствие, на урожайность и сахаристость сахарной свеклы.

Таблица 5 – Влияние предпосевной обработки семян импульсным электрическим полем (ИЭП) и озоно-воздушным потоком (ОВП) на сахаристость корнеплодов сахарной свеклы и сбор сахара

Вариант	Сахаристость, %				Сбор сахара, т/га			
	год			Средняя	год			Средний
	2006	2007	2008		2006	2007	2008	
Без обработки	12,6	15,3	15,5	14,5	6,24	7,45	8,33	7,34
ИЭП	13,4	16,2	16,3	15,3	7,16	8,39	9,47	8,34
ОВП	12,9	15,8	16,1	14,9	6,85	8,23	9,13	8,07

2.9. Экономическая эффективность

Сельскохозяйственные предприятия в настоящее время работают в условиях рыночной экономики и инфляции. Чистый дисконтированный доход определяется как сумма текущих эффектов за весь расчетный период, приведенный к начальному шагу (году, кварталу, месяцу), или как превышение интегральных результатов над интегральными затратами. Произведем расчет сметной стоимости оборудования и монтажа предложенной системы предпосевной обработки.

В хозяйствах Ставропольского края при обработке сахарной свеклы преимущество отдается химическим препаратам. Предложенный нами способ предпосевной обработки ИЭП позволяет: повысить экологичность процесса обработки семян сахарной свеклы ИЭП и снизить загрязненность окружающей среды от использования ядохимикатов.

Таблица – 6 Экономическая эффективность предпосевной обработки семян сахарной свеклы импульсным электрическим полем (в среднем за 2006-2008 гг.)

Показатель	без обработки	обработка ИЭП
Урожайность, т/га	50,5	54,4
Денежная выручка с 1 га, руб.	33894	37542
Производственные затраты на 1 га, руб.	24756	25004
Себестоимость 1 т, руб.	1292	1044
Прибыль на 1 га, руб.	9138	12538
Рентабельность, %	35	51

Увеличение производственных затрат за счет предпосевной обработки покрывается ростом валового сбора корнеплодов, что позволяет снизить себестоимость 1 ц продукции на 248 руб. в среднем за 3 года, или на 10,2%.

В результате предпосевной обработки семян сахарной свеклы импульсным электрическим полем увеличился размер прибыли в среднем за 3 года в расчете на 1 га на 3400 руб., при этом стоимость дополнительно полученной продукции с 1 га составила, соответственно, 4280 руб.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что при увеличении частоты следования импульсов ИЭП от 21 Гц до 270 Гц экспозиция, обеспечивающая оптимальный результат (увеличение энергии прорастания и всхожести), снижается, соответственно, от 100 до 80 мин, что получило теоретическое обоснование при расчете энергетической дозы и экспозиции.
2. Экспериментально установлены оптимальные режимы предпосевной обработки семян сахарной свеклы импульсным электрическим полем (ИЭП),

обеспечивающие существенное повышение ее посевных качеств: 1 режим: частота следования импульсов 21 Гц, экспозиция 100 мин, время отлежки 3-6 сут.; 2 режим: частота 270 Гц, экспозиция 80 мин, время отлежки 3-9 сут. При этом энергия прорастания семян увеличилась на 28-36 %, а всхожесть на 18-20 %.

3. Динамика роста и развития проростков и всхожесть семян сахарной свеклы при воздействии на семена ИЭП в интервале экспозиции 10-120 мин и частотах 21-300 Гц показывает, что процесс носит интегральный характер: максимальная экспозиция соответствует максимальной всхожести семян, длине ростка и корешка. С точки зрения биорезонансного взаимодействия между действием ИЭП и клеткой зародыша, экспериментально установлено оптимальное время обработки, равное 100 мин при частоте следования импульсов 21 Гц. Указанный режим предпосевной обработки семян может быть рекомендован хозяйствам для повышения урожайности сахарной свеклы в принятые для данной зоны сроки сева.

4. Предпосевная обработка семян в озono-воздушном потоке с концентрацией 35 мг/м³ при экспозиции 12 мин и концентрацией 55 мг/м³ при экспозиции 9 мин существенно (на 18-19 %) повышает энергию прорастания, всхожесть на 16-20 %, а также подавляет вредоносную микрофлору. С увеличением концентрации озона экспозиция, необходимая для получения наибольшей эффективности от предпосевной обработки, уменьшается; низкая концентрация озона в потоке 2,3 мг/м³ стимулирует на поверхности семян рост грибов и ингибирует семена сахарной свеклы, особенно к первому определению всхожести после обработки.

5. Озон в потоке уничтожает болезнетворные микроорганизмы на поверхности и внутри семян, выступающие первичным источником болезней сахарной свеклы. За счет предотвращения роста и развития микрофлоры создаются предпосылки для получения экологически чистой продукции, что исключает в дальнейшем пестицидный прессинг на окружающую среду. Наилучшие результаты в плане оздоровления семян от патогенной, условно патогенной и сапрофитной микрофлоры достигаются при обработке семян сахарной свеклы ОВП при концентрации озона 35 мг/м³ и времени отлежки от 3 до 6 суток, при этом развитие грибов рр. *Penicillium* и *Mucor* прекращается полностью; На 9-е сут. хранения семян после их обработки ОВП освободившаяся экологическая ниша заполняется грибами р. *Fusarium* и бактериями.

6. Проницаемость клеточных мембран семян и, как следствие, электропроводность вытяжки из них могут служить показателем всхожести и силы роста семян. Высокая проводимость фильтратов из семян указывает на низкую полевою всхожесть. Электропроводность увеличивается из-за снижения активности клеточных мембран, повреждения плазмалеммы и образования свободных радикалов. В ходе эксперимента нами было определено, что наиболее интенсивно поглощается вода в течение первого часа. Семена сахарной свеклы всех вариантов опыта с исходной влажностью 14,2 %, через один час увеличили влажность контроля на 22,6 %, у семян, обработанных ИЭП – до

23,4 %, у семян после предпосевной обработки озоно-воздушным потоком – до 23,6 %.

7. Обработка семян сахарной свеклы ИЭП и ОВП способствует повышению урожайности корнеплодов на 3,5-3,9 т/га и сахаристости на 0,4-0,8%, увеличивается сбор сахара с одного гектара.

8. Увеличение производственных затрат за счет предпосевной обработки покрывается ростом валового сбора корнеплодов, что позволяет снизить себестоимость 1 т продукции на 248 руб., прибыль с 1 га увеличивается на 3400 руб.

Предложения производству

1. Для повышения посевных качеств семян сахарной свеклы рекомендуется использовать: а) импульсное электрическое поле ИЭП:

экспозиция	80; 100 мин;
время отлежки	3-6 сут;
частота следования импульсов	21; 270 Гц;

б) озоно-воздушный поток:

концентрация озона в потоке	35 мг/м ³ ;
время отлежки	3-9 сут;
экспозиция	12 мин.

2. Для уменьшения заселенности семян сахарной свеклы токсиногенными грибами и бактериями рекомендуется их оздоравливать озоно-воздушным потоком при концентрации озона 55 мг/м³ и экспозиции 9 мин.

ПО МАТЕРИАЛАМ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНО:

Статьи в изданиях, реферируемых ВАК

Министерства образования и науки РФ

1. Данилов, Д.В. Параметры импульсного электрического поля в технологии предпосевной обработки семян сахарной свеклы [Текст] / Д.В. Данилов, Г.П. Стародубцева, В.И. Хайновский // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 2008 г., № 6, С. 7-9.

Публикации в других изданиях

2. Гурницкий, В.Н. Воздействие магнитного поля на семена растений [Текст] / В. Н. Гурницкий, Д. В. Данилов // Сб. науч. тр. / Ставропольский ГАУ: Физико-технические проблемы создания новых технологий в агропромышленном комплексе. 2005 – С. 111–114.

3. Гурницкий, В.Н. Воздействие магнитного поля на семена растений [Текст] / В.Н. Гурницкий, Д.В. Данилов // Физико-технические проблемы создания новых технологий в АПК: Сб. науч. тр. по материалам III Российской научно-практической конференции / СтГАУ, г. Ставрополь, 20-22 апреля 2005 г., С. 111-113.

4. Гурницкий, В.Н. Влияние электромагнитных полей на семена сельскохозяйственных культур при предпосевной обработке [Текст] / В.Н. Гурницкий, Д.В. Данилов / КубГАУ, г. Краснодар, 2006 г.

5. Гурницкий, В.Н. Воздействие импульсного электрического поля на посевные качества семян сахарной свеклы сорта Крета [Текст] / В.Н. Гурницкий, Г.П. Стародубцева, Д.В. Данилов // Физико-технические

проблемы создания новых технологий в АПК: Сб. науч. тр. / Ставрополь, 2007, С. 348-349.

6. Стародубцева, Г.П.. Воздействие импульсного электрического поля на посевные качества семян сахарной свеклы сорта Крета при экспозиции 120 минут [Текст] / Г.П.Стародубцева, Д.В. Данилов // Интегрированная защита сельскохозяйственных культур и фитосанитарный мониторинг в современном земледелии: Сб. науч. тр. / Ставрополь, 2007, С. 295-297.

7. Данилов, Д.В. Влияние физических факторов, и озono-воздушного потока на урожайность и качество корнеплодов сахарной свеклы [Текст] / Д.В. Данилов // Современные ресурсосберегающие инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: состояние и пути решения. Сб. науч. тр. / СтГАУ 2010, С. 95-99.

8. Данилов, Д.В. Влияние физических факторов на водный режим семян сахарной свеклы [Текст] / Д.В. Данилов // Новые технологи в сельском хозяйстве и пищевой промышленности с использованием электрофизических факторов и озона. Сб. науч. тр. / СтГАУ 2010, С. 24-26.

9. Данилов, Д.В. Фитосанитарное состояние семян сахарной свеклы / Д.В.Данилов, А.П. Шутко [Текст] // Новые технологи в сельском хозяйстве и пищевой промышленности с использованием электрофизических факторов и озона. Сб. науч. тр. / СтГАУ 2010, С. 26-30.

Подписано в печать 22.11.2010. Формат 60×84 $\frac{1}{16}$.
Гарнитура «Таймс». Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 1.
Тираж 100. Заказ № 518.

Отпечатано в типографии издательско-полиграфического комплекса СтГАУ «АГРУС»,
г. Ставрополь, ул. Мира, 302.