

Научно-технический конкурс
«Открытый мир. Старт в науку»

**«Технология обработки семян ремонтантной
земляники в поле коронного разряда»**

Автор:

**Нитц Валерия Дмитриевна, 11 класс,
ГООУ ЯО «Лицей №86»**

Руководители:

**Волкова Лариса Вячеславовна,
учитель биологии**

г. Ярославль, 2023

Содержание

Введение.....	3
1. Литературный обзор.....	4
1.1 Морфологические и биологические особенности земляники.....	4
1.2 Агротехника.....	5
1.2.1. Сроки, методы и схемы посадок.....	5
1.2.2. Уход за плодоносящей плантацией.....	6
1.2.3. Субстрат для растений земляники.....	6
1.3 Влияние магнитного поля на рост и развитие растений.....	7
1.4 Физические методы обработки семян ремонтантной земляники.....	7
1.5 Анализ технических требований и средств подготовки семян к посеву.....	8
2. Объекты и методы исследования.....	9
2.1 Цели и задачи исследований.....	9
2.2 Объекты исследования.....	9
2.3. Место проведения опытов.....	10
2.4. Принцип действия камерного сепаратора с полем коронного разряда.....	10
2.5 Методика исследования обработки семян ремонтантной земляники в поле коронного разряда.....	12
3. Результаты исследований.....	12
3.1 Влияние поля коронного разряда на всхожесть семян ремонтантной земляники.....	12
3.2 Влияние поля коронного разряда на заложение цветоносов и урожайность у ремонтантных сортов земляники.....	14
3.3. Влияние поля коронного разряда на корневую систему растений земляники.....	16
Выводы.....	16
Список литературы.....	17

Введение

С момента возникновения у общества потребности в качественном посадочном материале производители сельскохозяйственных культур были поглощены решением таких проблем, как: расширение ассортимента, повышение качества посадочного материала и обеспечение населения экологически чистой продукцией. В современных реалиях сельское хозяйство России особенно нуждается в инновационных научных технологиях.

Культивация ягодных культур является одной из наиболее высокорентабельных отраслей сельского хозяйства в мире. Ремонтантная земляника выгодна для выращивания в хозяйстве, так как способна плодоносить круглый год в тепличных условиях и завязь плодов возможна как при длинном световом дне, так и при коротком.

На данный момент количество площадей под плодово-ягодные культуры увеличивается, однако производство до сих пор нуждается в новых агротехнических способах и мероприятиях по возделыванию ремонтантной земляники в целях повышения продуктивности плантаций. Основным условием успешной плантации является высококачественный посевной материал. Методы, которые используются на данный момент для подготовки семян к посеву, не обеспечивают свойств, установленных стандартом, из-за чего около 40% в условиях открытого грунта имеют слабую приживаемость. Подобные результаты доказывают необходимость в совершенствовании действующих способов предпосевной обработки семян и принципов сепарации. Исследования методов предпосевной обработки доказали положительное влияние электромагнитного и электростатического полей на растения. Известно, что обработка семян в поле коронного разряда способствует увеличению энергии прорастания и их всхожести, положительно влияет на рост и развитие растений, урожайность, качество выращиваемой продукции, формирование устойчивости к инфекциям, улучшению завязываемости плодов [7].

1. Литературный обзор

1.1. Морфологические и биологические особенности земляники

Земляника - многолетнее вечнозеленое травянистое растение с ясно выраженным корневищем, в верхней части которого находятся рожки с розетками прикорневых листьев.

Надземная система состоит из трех типов побегов и листьев. Побеги резко различаются по морфологическим признакам и биологическим особенностям. К первому типу побегов относят укороченные однолетние приросты длиной 1,5 см, которые обычно называют рожками. Каждый вполне сформировавшийся рожок имеет верхушечную (терминальную) почку, розетку из 3- 7 листьев, боковые пазушные почки и у основания прироста придаточные корни.

Цветоносы развиваются из верхушечных и близлежащих пазушных почек. Они имеют неодинаковую высоту, степень ветвления и разное количество цветков. После того как закончится плодоношение и цветонос отмирает, рост рожка прекращается. Новые укороченные рожки развиваются из вегетативных пазушных почек средней части рожка. Листья опадают, и рожок постепенно превращается в часть корневища. Листья активно растут до начала цветения и после сбора ягод.

Корневая система земляники мочковатая. Корни растут в течение всего периода вегетации, но наиболее активно - в весенний период и сразу после окончания плодоношения. Всасывающие и проводящие корни густо пронизывают верхний наиболее плодородный слой почвы, где располагается основная их масса (около 90 %). Лишь отдельные вертикальные корни проникают на глубину 40-50 см. В сторону корни распространяются в основном в зоне, которая покрыта листовой поверхностью, и лишь небольшая их часть выходит на 10-15 см за проекцию куста.

Продолжительность цветения в зависимости от сорта 20-30 дней. Цветки крупные, диаметром до 2 см, собраны в рыхлые цветковидные малоцветковые соцветия. Венчик имеет 5 белых лепестков. Тычинок и пестиков много, она

находятся на выпуклом цветоносе. С момента опыления до созревания ягод проходит примерно 30 дней. Продолжительность плодоношения 20-30 дней. Ремонтантная земляника способна закладывать и формировать соцветия при самом длинном 16 часовом дне и высокой температуре, а не ремонтантная - при коротком дне (12 часов) и низких температурах. Ремонтантные сорта образуют значительно больше листьев и больше рожков. Кроме того, на каждом рожке закладывается соцветий в 5 раз больше, чем у обычных сортов. Причем в условиях длинного дня и высокой температуры развиваются они очень быстро - за 2-3 недели [2, 10, 4].

1.2 Агротехника

1.2.1. Сроки, методы и схемы посадок

В зависимости от верно выбранных сроков посадки варьируется величина первого урожая, именно поэтому немаловажной задачей является соблюдение примерных сроков и методов размещения растений в субстрате. По многолетним наблюдениям посев целесообразно начинать 25 января, а посадку в открытый грунт 7 июня. В качестве наиболее подходящего субстрата можно использовать смесь торфа и перлита. Сам процесс посадки лучше всего производить в пасмурную погоду или вечером, чтобы предотвратить солнечные ожоги на молодых побегах.

В подготовленную заранее лунку помещаются корни рассады, при этом важно следить, чтобы кончики не загибались вверх. Лунка засыпается субстратом в 2 приема, уплотняя почву после каждого и не допуская образования пустот возле корней. Верхушечная почка должна находиться на уровне поверхности земли.

Схема посадки определяется сортовыми особенностями культуры и климатическими условиями среды, часто используют 40x70, 50x90 [9].

1.2.2. Уход за плодоносящей плантацией

Уход за земляникой заключается в поливе, рыхлении, удалении отмерших листьев. По мере подсыхания верхнего слоя почвы необходимо прорыхлить междурядья и регулярный полив. С весны до осени проводят два рыхления: весной - на глубину 5 см, осенью - на 10 см, непосредственно около растений – на 5 см. Во время цветения земляники в открытом грунте нередко возможны заморозки, при этом температура $-1,5^{\circ}\text{C}$ может привести к гибели цветков и завязей. Для защиты от заморозков растение укрывают белый 42 г/м^2 нетканым укрывным материалом [3, 11].

1.2.3. Субстрат для растений земляники

Пересадка растений земляники в субстрат является ответственным этапом. Для большинства растений в качестве субстратов используют торф, песок (3:1); торф, дерновую почву, перлит (1:1:1); торф, песок, перлит (1:1:1). Приготовленным заранее почвенным субстратом заполняют пикировочные ящики или торфяные горшочки. По мере роста растений их рассаживают в большие емкости со свежим субстратом. Дальнейшее выращивание акклиматизированных растений соответствует принятой агротехнике выращивания для каждого индивидуального вида растений. В качестве субстрата возможно использовать торф, цеолиты, перлит и вермикулит.

Цеолиты – алюмосиликатные минералы, способны удерживать воду и вещества минеральных удобрений, тем самым увеличивая их действие.

Перлит - горная порода вулканического происхождения, обладает высокой впитывающей способностью и не подвержен влиянию микроорганизмов.

Вермикулит - минерал из группы гидрослюд, способен удерживать катионы элементов из вносимых удобрений, тем самым увеличивая действие подкормки. Способствует аэрации почвы.

1.3. Влияние магнитного поля на рост и развитие растений земляники

Наша планета находится в магнитосфере, которая влияет на климат и почвообразование, что в конечном итоге определяет устойчивость экологических систем и живых организмов к различным биотическим и абиотическим факторам. Развитие методов повышения урожайности ягодных плантаций невозможно без детального изучения влияния магнитного поля Земли и биополя насаждений. Современной науке известны способы стимулирующей обработки семян посредством воздействия постоянных, градиентных или импульсных магнитных полей, переменных электромагнитных или полей коронного разряда.

В ходе многочисленных исследований было выявлено, что магнитное поле стимулирует к прорастанию ослабленные семена, при этом активнее и быстрее протекает развитие сеянцев. Электрофизические факторы воздействия на семена и вегетирующие растения, могут играть особую роль в повышении урожайности и качества выращиваемых культур. Разработка новых методов повышения жизнеспособности сельскохозяйственных культур является важнейшей задачей агробиологических наук и сельскохозяйственного производства.

1.4 Физические методы обработки семян ремонтантной земляники

Из физических факторов воздействия на семена большое внимание было уделено применению электромагнитных излучений, ультрафиолетовых лучей, лазерных установок, коронного разряда. Независимо от вида воздействия (постоянное или переменное магнитное поле, радиоволны, лазер) активация семян дает практически одинаковый прирост урожая. Поэтому в выборе метода основную роль играют доступность и экологичность.

Все виды электромагнитных излучений при действии на семена растения имеют зону стимуляции и угнетения в зависимости от дозы облучения. Соответственно, предпосевную обработку семян электромагнитными излучениями для повышения их посевных качеств,

следует применять в основном на семенах низких посевных кондиций [6].

1.5 Анализ технических требований и средств подготовки семян к посеву

Семена сельскохозяйственных растений различают по целому ряду физических, химических и биологических свойств. В свою очередь, биологическая ценность семян характеризуется их посевными качествами – всхожестью, энергией прорастания, силой начального роста. Эти показатели семян определяются лабораторными исследованиями, по которым устанавливаются норма высева семян.

Наиболее важной характеристикой посевного материала является полевая всхожесть, которая определяет устойчивость семян к неблагоприятным условиям и различным болезням, вызываемых микроорганизмами, а также густота растительности и урожайность. Именно посевной материал играет ключевую роль в важнейших для сельского хозяйства вопросах успешного растениеводства. Вот почему активная разработка инновационных методов воздействия на посевной материал так важна.

Известно много способов предпосевной обработки семян, повышающих их посевные качества (воздушно-тепловой обогрев, облучение инфракрасными и гамма-лучами, обработка лазерами и ультразвуком, высокочастотный нагрев, применение электрических полей и другие). Применение средств электронно-ионной технологии (поля коронного разряда и электростатического поля) позволяет повысить посевные качества семян и защитить их от болезнетворных организмов. Обработка семян в электрическом поле приводит к ускорению роста растений и повышению их продуктивности. Усиление процессов жизнедеятельности связано с ускорением биохимических процессов обмена веществ [1].

2. Объекты и методы исследования

2.1 Цели и задачи исследований

Цель: Установить влияние поля коронного разряда на всхожесть семян, рост и развитие растений земляники

Задачи:

- 1) Провести сортировку семян по фракциям;
- 2) Исследовать влияние поля коронного разряда на всхожесть семян ремонтантной земляники;
- 3) Изучить влияние поля коронного разряда на заложение цветоносов у ремонтантной земляники;
- 4) Исследовать влияние поля коронного разряда на урожайность ремонтантных сортов земляники и развитие корневой системы.

2.2. Объекты исследования

В лабораторных и полевых условиях были исследованы следующие сорта ремонтантной земляники *Fragaria vesca*:

Александрия. Урожайный, морозоустойчивый, безусый сорт. Плоды красные, сочные, ароматные. Масса одной ягоды 3 г.

Рюген. Высокоурожайный сорт безусой земляники. Куст небольшой. Ягоды сочные, ароматные, массой 3г. Созревание ягод в течение всего сезона.

Руяна. Сорт отличается высокой урожайностью и непрерывным плодоношением в течение всего сезона. Растения имеют компактный куст и дают крупные ягоды красивой формы и яркой окраски, диаметром 3 см. Сорт отличается высокой зимостойкостью, устойчивостью к засухе и ко многим заболеваниям и вредителям.

Жёлтое чудо. Сорт урожайный, зимостойкий. Обильно плодоносит с июня до заморозков. Куст мощный, массивный, ягоды весом 4г. Кожица желтая. Семянки не вдавлены в мякоть. Мякоть белая, средней плотности, ароматная.

Али-баба. Компактный кустики с весны до осени усыпан белыми цветками и удлинёнными ярко-розовыми ягодами массой до 4 г. Усов не даёт.

Времена года. Сорт размножается семенами и усами. Ягоды весом 4 г, сладкие, вкусные и очень ароматные [5].

2.3. Место проведения опытов

Место проведения исследования - ОАО ТК «Туношна». Данное хозяйство заинтересовано в сотрудничестве с обучающимися, с целью получения экологически чистого, качественного посадочного материала и развития у школьников интереса к растениеводству. Главный агроном - Белова В. В. ставит задачи увеличения всхожести семян *Fragaria vesca*. С ТК «Туношна» был заключён договор о совместных исследованиях 1 сентября 2021 года по 2023 год.

2.4. Принцип действия камерного сепаратора с полем коронного разряда

Устройство с помощью которого проводили исследования состоит из источника высокого напряжения и камерного сепаратора с полем коронного разряда (Рисунок 1, 2).



Рисунок 1. Источник высокого напряжения



Рисунок 2. Камерный сепаратор с полем коронного разряда

Семена земляники засыпают в бункер, затем они попадают в поле коронного разряда, создаваемого коронирующим и осадительным (заземлённым) электродами. В направлении от коронирующего к осадительному электроду образуется поток отрицательнозаряженных аэроионов, которые в свою очередь обволакивают семена, и семена также приобретают отрицательный объёмный заряд. На каждое семя действует сила электрического поля, смещая его от одного электрода до другого. На более тяжёлые семена большее воздействие оказывает сила тяжести, и они попадают в правую часть классификатора – семена I фракции, на меньшие по массе семена большее воздействие оказывает сила поля, вследствие чего изменяется их траектория и семена попадают во вторую часть классификатора – это семена II фракции (Рисунок 3).

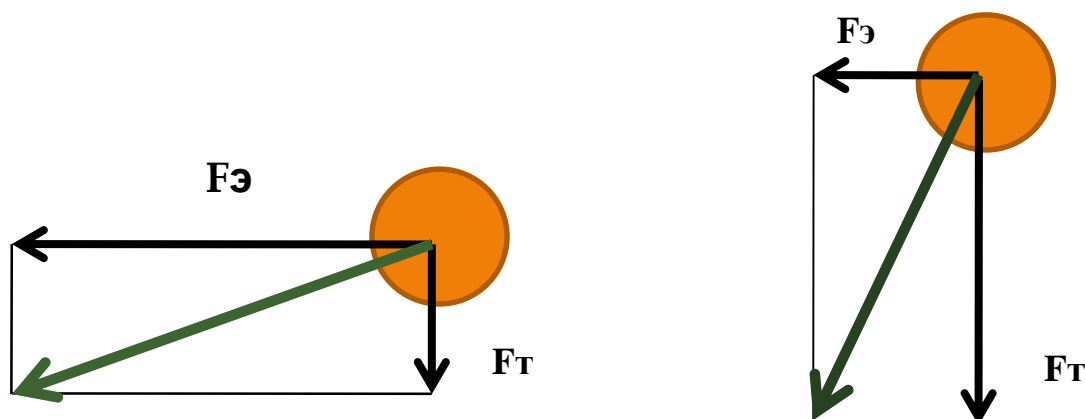


Рисунок 3. Пример действия физических сил

В результате происходит не только стимуляция каждого семени в отдельности, но и их сортировка. Семена первой фракции более тяжёлые, а значит и более жизнеспособные, второй фракции меньше по массе, а значит, обладают низким запасом питательных веществ [8].

2.5 Методика исследования обработки семян ремонтантной земляники в поле коронного разряда

Обработка семян ремонтантной земляники проводится в поле коронного разряда при различных режимах: 24 кВ, 27кВ, 30кВ, 33кВ – в трёхкратной повторности. Посев семян через 14 дней после проведения стимуляции. Во время обработки семена были разделены на I и II фракции, так как попадали в разные части классификатора. Обе фракции (отдельно от контроля) оставляли на 14 дней, после чего высевали в смесь торфа и перлита по фракциям. Следующим этапом отметили дни появления всходов. Учеты количества листьев и длины черешка проростков производились регулярно. Пересадка растений в открытый грунт производилась в первой декаде июня. В ходе исследования учитывалось количество цветоносов, масса ягод и урожайность растений земляники. Массу одной ягоды определяли, взвешивая 100 ягод и высчитывая среднее значение. Урожайность определяли - взвешивали массу ягод с каждого куста, после чего вычисляли среднее для каждого сорта. В конце вегетативного периода определялась общая рабочая поверхность корней по методике Д.С. Сабинаина.

3. Результаты исследований

3

.

Влияние коронного разряда на всхожесть семян ремонтантной земляники
В ходе исследования коронного разряда на всхожесть семян ремонтантной земляники. Согласно методике, семена подвергались обработке и разделялись на I и II фракции, которые позже высевали в субстрат. Контрольным образцом служили необработанные семена. Посев производился в трехкратной повторности. Нами было выявлено, что семена, подвергшиеся стимуляции, лучше впитывали воду, взошли на 3 дня раньше, а также увеличилась энергия их прорастания и устойчивость к болезнетворным микроорганизмам, вследствие усиления обменных процессов внутри клеток. Семена, которые подвергались действию

поля, взошли через 12 дней от начала испытаний. В дальнейшем также наблюдалось увеличение числа проросших семян. В то время, как контрольные образцы дали проростки лишь на 15 день. Фракция U=33кВ повышает всхожесть семян у всех сортов земляники (таблица 1).

Таблица 1 - Всхожесть семян, %

U, кВ	Александрия		Жёлтое чудо		Рюна		Рюген		Али - баба		Времена года	
Фракция	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
24	84	76	71	68	78	71	67	60	42	38	68	65
27	89	76	84	74	81	74	69	64	44	41	70	68
30	87	71	81	72	78	71	81	72	44	39	74	68
33	92	79	90	88	83	79	85	75	58	50	83	73
Контроль	69		67		69		59		37		67	

В ходе наблюдений установлено, что 25 сутки являются ключевым моментом в оценке всхожести посевного материала.

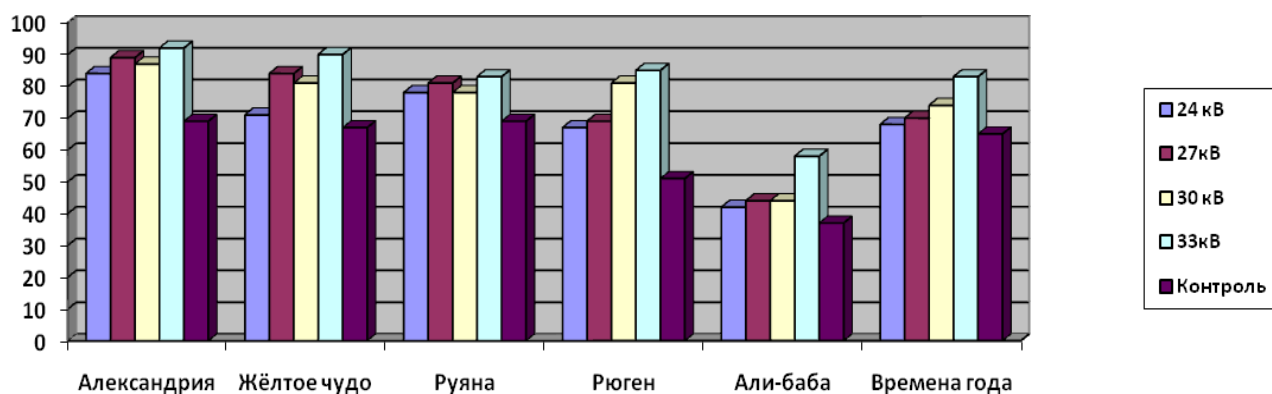


Рисунок 4 - Всхожесть семян I фракции

Наибольшая всхожесть отмечается у сортов Александрия и Желтое чудо (Рисунок 4). У сорта Али-баба самая низкая всхожесть семян, но наш метод положительно влияет на прораствание семян и увеличивает в четвертом варианте прораствание семян на 21%.

3.2 Влияние поля коронного разряда на заложение цветоносов и урожайность у ремонтантных сортов земляники

У всех сортов после проведения стимуляции в поле коронного разряда число цветоносов увеличивалось по отношению к контролю в среднем на 5 штук (таблица 2).

Таблица 2 - Влияние поля коронного разряда на заложение цветоносов у ремонтантной земляники

Вариант	Сорт, шт					
	Александрия	Желтое Чудо	Рюген	Руяна	Времена года	Али-баба
U= 24 кВ	13	12	10	10	10	9
U= 27 кВ	13	12	10	10	9	9
U= 30 кВ	15	13	11	12	10	10
U= 33 кВ	18	17	14	16	15	14
Контроль	12	11	10	10	10	9
НСР ₀₅	2,5	3,1	2,7	4,3	3,6	3,8

Была отмечена существенная разница при обработке полем коронного разряда в 33 кВ на формирование цветоносов у всех сортов: Александрия НСР₀₅ = 2,5; Желтое чудо НСР₀₅ = 3,1; Рюген НСР₀₅ = 2,7; Руяна НСР₀₅ = 4,3; Времена года НСР₀₅ = 3,6; Али-баба НСР₀₅ = 3,8.

Обработка в поле коронного разряда повышает урожайность у ремонтантных сортов земляники: у сорта Александрия на 22%; у сорта Желтое чудо на 5%; у сорта Руяна на 8%; у сорта Рюген на 19%; у сорта Али-баба на 10%; у сорта Времена года на 15% (таблица 4).

Таблица 4 - Влияние поля коронного разряда на урожайность ремонтантных сортов земляники

Вариант	Сорт	Масса ягод с куста, г.	
		2021 год	2022 год
U= 24 кВ	Александрия	105,0	110,0
	Желтое Чудо	100,0	100,0
	Руяна	107,0	115,0
	Рюген	95,0	98,0
	Времена года	96,7	96,7
	Али - баба	86,1	97,6
U= 27 кВ	Александрия	105,2	112,2
	Желтое Чудо	100,3	103,2
	Руяна	106,6	104,3
	Рюген	98,3	97,5
	Времена года	96,8	94,8
	Али - баба	92,0	92,3
U= 30 кВ	Александрия	103,3	112,0
	Желтое Чудо	100,0	106,0
	Руяна	96,4	100,0
	Рюген	97,0	100,3
	Времена года	100,4	109,5
	Али - баба	98,0	108,5
U= 33 кВ	Александрия	122,5	129,0
	Желтое Чудо	115,7	127,4
	Руяна	109,5	115,6
	Рюген	116,0	117,2
	Времена года	104,2	105,0
	Али - баба	99,4	114,3
Контроль	Александрия	86,0	95,0
	Желтое Чудо	98,5	105,0
	Руяна	102,3	98,5
	Рюген	85,0	83,0
	Времена года	92,0	90,1
	Али - баба	80,0	91,0

Проведение стимуляции позволяет уменьшить зависимость роста и развития растений от агроклиматических условий, так как способствует развитию сопротивляемости земляники неблагоприятным условиям.

3.3. Влияние поля коронного разряда на корневую систему растений земляники

Оценивалось влияние поля коронного разряда на общую поверхность корней растений земляники. При проведении стимуляции происходит увеличение поверхности корневой системы, а соответственно возрастает и площадь всасывания. Это очень важный показатель, поскольку он характеризует возможность достаточного обеспечения растения водой и питательными веществами.

Выводы

1. При проведении стимуляции семян ремонтантной земляники в поле коронного разряда наблюдается повышение всхожести: у сорта Руяна на 10%, Желтое чудо на 16%; Александрия, Времена года на 17%; Али-баба на 18%; Рюген на 19%.
2. Поле коронного разряда стимулирует заложение цветоносов: у сортов Рюген, Али-баба, Времена года на 10%; Александрия на 16%; Желтое чудо, Руяна на 18%.
3. Обработка в поле коронного разряда повышает урожайность у ремонтантных сортов земляники: у сорта Александрия на 22%; у сорта Желтое чудо на 5%; у сорта Руяна на 8%; у сорта Рюген на 19%; у сорта Али-баба на 10%; у сорта Времена года на 15%, влияние оказала обработка семян в поле коронного разряда под действием $U = 33$ кВ.
4. Поле коронного разряда стимулирует развитие корневой системы растений земляники. Под действием данного метода происходит увеличение общей поверхности корней в 1,8 раз.

Список литературы

1. Авдеева, В. Н. Подавление патогенов зерна озимой пшеницы *PENICILLIUM* полем коронного разряда // Вестник АПК Ставрополя. — 2014. № 2(14). С 8-11.
2. Алехина, Н. Д. Физиология растений / Н. Д. Алехина, Ю. В. Балнокин. — 3-е изд. — Москва: Академия, - 2005. - 477 с.
3. Аполинарьева, И. К. Развитие и прорастание семян у ремонтантной крупноплодной земляники (*Fragaria*) // Сельскохозяйственная биология. — 2012. № 3. С 80-85.
4. Бешкильцева Т.А. Оценка качества семян, формирование проростков и урожайности зерновых культур: дис. - канд. с.-х. наук : 06.01.09 / Бешкильцева Т. А.. — Курган, 2009. — 173 с.
5. Волкова, Т. И. Биологические особенности, агротехника, сорта. // Ремонтантная земляника. — 2000. № 3. С 9-14.
6. Васильев А.Н., Джанибеков А.К. Влияние предпосевной обработки семян на развитие растений // Вестник аграрной науки Дона. - 2013. №3(23). С 40-44.
7. Гурьянов А.М., Артемьев А.А. Опыт изучения воздействия электрофизических факторов на урожайность зерновых культур // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. - 2013. №13. С 1-4.
8. Ксенз Н.В., Хронюк В.Б. Влияние предпосевной обработки семян градиентными магнитными полями и электроактивированной водой на их стартовые характеристики, развитие растений и урожайность // Вестник аграрной науки Дона. - 2019. №3(47). С 22-28.
9. Матала В. Выращивание земляники / В. Матала. — 2-е изд. — СПб : ПроАгрия, 2003. — 210 с.
10. Медведев, С. С. Физиология растений / С. С. Медведев. — 2е изд. — СПб : Издательство С.-Петербургского Университета, - 2004. — 336 с.
11. Николенко, В. В. Экосистемы, их оптимизации и охрана // Биологические науки. — 2010. № 21. С 102-109.

