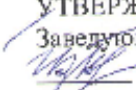



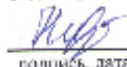
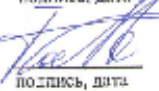
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Институт экономики, управления и природопользования  
Кафедра экологии и природопользования

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
 С.В. Верховец  
подпись  
« 21 » 06 20 16 г.

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

05.03.02 – экология и природопользование  
05.03.02.01- Экология

Влияние биогенных наночастиц ферригидрита на развитие проростков бобовых культур.

Руководитель	 21.06.16 подпись, дата	Е.Я. Мучкина инициалы, фамилия
Выпускник	 21.06.16 подпись, дата	М.Б. Патлина инициалы, фамилия
Нормоконтролер	 21.06.16 подпись, дата	И. Г. Гетте инициалы, фамилия

Красноярск 2016

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Обзор литературы .....	4
1.1.История изучения наночастиц и нанотехнологий.....	4
1.2.Значение бобовых культур в обеспечении продовольственной безопасности.....	6
1.3.Экологические условия выращивания бобовых культур .....	8
2. Объект и методы исследований .....	9
2.1.Биологическая характеристика объектов исследования .....	9
2.1.1.Зернобобовые .....	9
2.1.2.Сидераты .....	12
2.2.Экспериментальные работы .....	14
2.3.Статистическая обработка материалов .....	15
3. Результаты и обсуждение.....	16
3.1.Энергия прорастания и всхожесть бобовых.....	16
3.1.1.Соя .....	16
3.1.2.Горох .....	22
3.1.3.Бобы.....	21
3.1.4.Люпин и клевер .....	24
3.2.Количественная характеристика проростков сои и гороха .....	28
3.3.Зараженность и бактериозы семян, характеристика бактерий.....	31
Выводы .....	33
Список использованных источников .....	34

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время наноматериалы и наночастицы интенсивно применяются в различных отраслях хозяйственной деятельности, в том числе и в выращивании культурных растений [7][41]. Имеются данные научных исследований, в которых показано, что различные формы элементов, например железа, оказывают широкий спектр влияния на растения.

В связи с чем, для стимулирования прорастания семян, повышения всхожести и скорости развития проростков целесообразно исследовать возможность применения наночастиц биогенного происхождения для проращивания бобовых культур. Учитывая зернобобовые (соя, горох, бобы) используемые, как для пищи, так и для корма животных. Так же следует отметить клевер и люпин используемые, как кормовые культуры, так и как зеленое удобрение – сидерат, которые повышают процент органических веществ в почве и восстанавливая плодородие почвы.

Цель работы: Изучить воздействие биогенных наночастиц ферригидрита на прорастание и развитие семян бобовых культур.

Задачи работы:

1. Определить энергию прорастания и всхожесть семян сои, гороха, бобов, люпина и клевера в присутствии биогенных наночастиц ферригидрита;
2. Установить линейные размеры корешков проростков;
3. Установить степень зараженности и выявить факторы заболевания семян в условиях эксперимента;
4. Подготовить рекомендации по предотвращению бактериозов бобовых культур.

Работы проводились на базе кафедры Экологии и Природопользования Сибирского Федерального Университета в период с февраля 2015г. по май 2016г.

Благодарим главного научного сотрудника международного центра экстремальных состояний организма КНЦ СО РАН, д.ф.-м.н., профессора Гуревича Ю. Л. за предоставление партий суспензии биогенных наночастиц ферригидрита и д.б.н., профессора кафедры защиты растений и биотехнологии КрасГАУ Хижняка С.В.

## **1. Обзор литературы**

### **1.1. История изучения наночастиц и нанотехнологий**

Наночастицы (англ. nanoparticle) — наночастицы — это частицы с размером между 1 и 100 нанометров. В нанотехнологии частицы определяются как небольшие объекты, которые ведут себя как единое целое, с учетом их транспортабельности и свойств.

Однако сам термин "нанотехнология", впервые был предложен японским физиком Н. Танигучи из Токийского университета в 1974 году, и он считал что, нанотехнология- это технология объектов, размеры которых составляют порядка  $10^{-9}$  м, включающая процесс разделения, сборки и изменения материалов путем воздействия на них одним атомом или одной молекулой [14].

В 1980-годах термин использовал Эрик К. Дрекслер в своей книге «Машины создания: грядёт эра нанотехнологии» [48]. Так же центральное место в его исследованиях занимали математические расчёты, с помощью которых можно было проанализировать работу устройства размерами в несколько нанометров.

В настоящее время понятие «нанотехнология» включает не только совокупность методов и способов синтеза, сборки, структурообразования и модифицирования материалов, направленных на создание систем с новыми свойствами, которые обусловлены проявлением наномасштабных (на уровне атома и молекулы) явлений и факторов, но и систему знаний, навыков, умений, аппаратурное, материаловедческое, информационное обеспечение процессов, а также технологических операций [7].

В 1991 году японский исследователь Др. Сумио Ииджима опубликовал свою работу о сделанном им открытии многостенных углеродных нанотрубок. Также в 1991 году началась разработка первой программы Национального научного фонда США по изучению проблем нанотехнологии. Аналогичную программу разрабатывали в Японии по поручению правительства. Была намечена серия проектов, направленных на создание приборов нано-метрового размера, и самым значительным из них стал проект Angstrom Technology Project с объемом финансирования 185 млн долларов. Проект был рассчитан на 10 лет, и в его реализации участвовали 80 фирм. Была проведена реорганизация четырех министерских лабораторий в исследовательском центре «Цукуба», а также создан новый междисциплинарный центр по исследованиям в данной области [7]. В 1992 году Э. Дрекслер на научном уровне рассмотрел задачи практического применения молекулярных нанотехнологий в новом научно-практическом направлении, которое следует назвать "практическая нанотехнология". В том же году была выпущена книга «Наносистемы: молекулярные машины, производство и вычисление» [49].

Это и многие другие исследования в области наноауки дали мощный толчок к началу применения нанотехнологических методов в промышленности

и уже в 1994 году стали появляться первые коммерческие материалы на основе наночастиц - нанопорошки, нанопокрyтия, нанохимические препараты и т.д.

С 1995 года первостепенным оставалось создание функциональных приборов на основе наноструктур. Стали появляться специализированные клубы, например как во Франции, где объединились промышленники и ученые. Появлялись различные журналы посвященные нанотехнологиям, в которых публиковали научные работы, посвященных нанотехнологическим комплексам, которые можно применять для конструирования нанороботов с целью использования не только на Земле, но и в космосе [7].

Во многих институтах мира стали создаваться лаборатории и отделы по изучению наноструктур, которые возглавляли известные ученые. Развитые страны мира активно включались в исследования связанных с нанотехнологиями оценив, какие перспективы это может принести в будущем.

Так в Японии, действует «Национальная программа работ по нанотехнологиям» с 1999 года, которая получила высший государственный приоритет «Огато». Этот проект был спонсирован как государством, так и различными частными фирмами. Так же в Японии, существуют другие проекты посвященные нанотехнологии [7].

В США реализуется федеральная программа National Nanotechnology Initiative ( AW/- «Национальная нанотехнологическая инициатива») с 2001 года, на которую бюджет США выделил 270 млн долларов, а коммерческие организации вложили в 10 раз больше. Эта программа предназначена для координации 23 организаций, которые учувствуют в области развития нанонауки, наноинженерии и нанотехнологии.

В Европе более чем в 40 лабораториях проводятся нанотехнологические исследования и разработки, финансируемые как по государственным, так и по международным программам (в частности, по программе НАТО по нанотехнологий) [7].

В России фундаментальные научно-исследовательские работы по нанотехнологии проводятся по нескольким программам, так наиболее крупные из них — «Физика наноструктур» под руководством академика Российской академии наук (РАН) Ж. И. Алферова и «Перспективные технологии и устройства в микро- и наноэлектронике» под руководством академика РАН Камиля Ахметовича Валиева. Ежегодно проводится международная конференция «Наноструктуры: физика и технологии». Значительные результаты нанотехнологических исследований достигнуты в Институте проблем технологии и макроэлектроники РАН под руководством члена-корреспондента РАН Виталия Васильевича Аристова, а также в Физическом институте имени П. Н. Лебедева РАН под руководством члена-корреспондента РАН Юрия Васильевича Копаева [8].

Для развития и координирования работ в области нанотехнологий в 2007 году было создано новое подразделение в РАН— Отделение нанотехнологии и информационных технологий. Академиком-секретарем отделения стал член

президиума РАН, академик Евгений Павлович Велихов, а его заместителем — академик РАН Ж. И. Алферов [8].

Постановлением Правительства РФ от 2 августа 2007 г. № 498 была утверждена Федеральная целевая программа «Развитие инфраструктуры наноиндустрии в Российской Федерации на 2008—2010 годы». Цель данной программы — создание в России современной инфраструктуры национальной нанотехнологической сети для развития и реализации потенциала отечественной наноиндустрии [36].

В стране содержится большая научная база по нанотехнологиям. Однако без поддержки государства и частных инвесторов ученые не могут самостоятельно развивать исследования и внедрять результаты в производство. Для содействия реализации государственной политики в сфере нанотехнологии, развития инновационной инфраструктуры в сфере нанотехнологий, реализации проектов создания перспективных нанотехнологий и наноиндустрии, в соответствии с Федеральным законом от 19 июля 2007 г. № 139-ФЗ «О Российской корпорации нанотехнологий» [37], была создана Государственная корпорация «Российская корпорация нанотехнологий» (ГК «Роснано»). «Роснано» также участвует в создании такой нанотехнологической инфраструктуры, как центры коллективного пользования, бизнес-инкубаторы и фонды раннего инвестирования. Для поддержки финансируемых проектов Корпорация реализует научные и образовательные программы, а также популяризирует нанотехнологические исследования и разработки. Корпорация выбирает приоритетные направления инвестирования на основе долгосрочных прогнозов развития (форсайтов), к разработке которых привлекаются ведущие российские и мировые эксперты [7].

В настоящее время «Роснано» финансирует инновационные российские разработки, промышленные производства уже известных нанотехнологий, а также организацией промышленного производства инновационных разработок. Поддерживая выход российских компаний на внешние рынки и укрепляя их взаимовыгодные международные связи, корпорация развивает сотрудничество с ведущими мировыми нанотехнологическими центрами и организует в России ежегодный международный форум по нанотехнологиям .

По планам российского Правительства и научной общественности уже в 2015 году Российская Федерация должна изготовить продукцию с применением нанотехнологий на сумму до 2,5 трлн долларов [ 8].

Как заявил вице-премьер Сергей Иванов, к развитию нанотехнологий необходимо привлекать также средний и малый бизнес, создавая для этого «оптимальные условия»: «Госкорпорация — это только одна структура, а мы хотим создать наносеть по всей стране» [7].

## **1.2. Значение бобовых культур в обеспечении продовольственной безопасности**

В настоящее время одной из главных глобальных проблем человечества считается - продовольственная проблема. Но на данный момент времени, почти две трети человечества проживает в странах, в которых постоянная нехватка продуктов. Поэтому продовольственную проблему следует считать глобальной. Основную роль в продовольственном фонде следует отдать зерновому хозяйству.

Зернобобовые культуры имеют большое продовольственное, кормовое и агрономическое значение. Они содержат в 2-3 раза больше белка, чем зерновые злаки. Семена зернобобовых используются для приготовления круп, муки, кондитерских изделий, консервов, концентратов, в медицине. В агрономии зернобобовым отводится роль восстановителя почвенного плодородия.

Из зернобобовых в нашей стране наиболее распространен горох. Он дает высокие и стабильные урожаи, холодостоек, влаголюбив, лучшие почвы для него - чистые от сорняков черноземы, выращивается преимущественно в лесостепной и степной зонах. Наибольшие площади под горох находятся в Центрально-Черноземной и Нечерноземной зоне, в Татарстане, Чувашии, Мордовии, Башкирии, скороспелые и засухоустойчивые сорта - в Западной и Восточной Сибири, на Урале. Горох - культура высокоплодородных почв, потребность в тепле невысока [43].

Следующим после гороха можно считать сою. Эта культура - культура весьма разнообразного использования, один из немногих хозяйственных продуктов, в результате переработки которого получают одинаково ценные как готовую продукцию (соевую муку, соевое масло), так и отходы (соевый шрот). Соя используется для получения искусственных пищевых продуктов (искусственные шницели, соевое мясо, соевый сыр, кондитерские изделия и др.), рекомендуется как диетический продукт. Также она используется для производства кормов в животноводстве, чем достигается белковая сбалансированность и экономия зерна. Соя - растение тепло- и светолюбивое, может произрастать на разных почвах. Основные районы возделывания сои в России - Амурская область, Приморский, Хабаровский и Краснодарский край, а также другие районы Дальнего Востока, Северного Кавказа, Поволжье, в последнее время до Алтая. В продовольственном отношении наиболее ценны фасоль, чечевица, лучшие сорта гороха [43].

Так же следует отметить роль фасоли, которая отличается высокими вкусовыми и кулинарными свойствами. Так она очень ценная продовольственная культура, по вкусовым достоинствам превосходящая большинство зернобобовых. Теплолюбива, не выносит заморозков, требовательна к влаге и плодородию почв (наиболее ценны среднесвязные, не слишком влажные), выращивается в южных частях России и Центрально-Черноземном районе [43].

Кормовые бобы имеют высокую кормовую ценность. Семена же используются в комбикормовой промышленности, а зеленая масса - для силосования с кукурузой. Посевы кормовых бобов сосредоточены в России в районах достаточно увлажненных и с относительно длинным периодом

вегетации (Нечерноземная зона). Кормовые бобы весьма требовательны к влаге, высокая урожайность - на черноземных почвах. В центральной части лесной зоны и предуралья они дают самые высокие урожаи [43].

### **1.3. Экологические условия выращивания бобовых культур**

На рост и развитие растений влияют практически все экологические факторы. Поэтому для получения качественного урожая конкретной культуры в конкретных условиях должны учитываться состояние и совокупность всех этих факторов. Влияние факторов внешней среды на уровень и качество урожая проявляется в основном через почву и технологию возделывания. К наиболее важным факторам, определяющим условия существования организмов, практически во всех средах жизни относятся температура, влажность и свет.

Зернобобовые по их отношению к температуре можно разделить на три группы: наиболее холодостойкие, холодостойкие и теплолюбивые. Холодостойкие культуры (нут, горох, чечевица) переносят в фазе всходов заморозки до  $-8^{\circ}\text{C}$ , люпин и кормовые бобы до  $-6^{\circ}\text{C}$ , а соя до  $-3^{\circ}\text{C}$ . Наиболее чувствительна к заморозкам фасоль, всходы ее погибают при температуре  $-1^{\circ}\text{C}$ . Для зернобобовых растений очень важно повышенные температуры в фазы набухания и созревания семян [31].

Так же бобовые требовательны к влаге больше, чем остальные зерновые культуры. Это связано с тем, что даже при непродолжительном дефиците влаги клубеньки отмирают из-за недостатка углеводов. Прекращение симбиотической азотфиксации вызывает азотное голодание растений и снижение продуктивности [31]. Одни из самых требовательны к влаге такие представители как: соя, люпин, кормовые бобы, горох.

Зернобобовые разделяются на 3 группы по отношению к свету на : 1 – растения длинного дня (горох, чечевица, чина, люпин и бобы). Период вегетации укорачивается с удлинением светового дня; 2 – растения короткого дня (соя и некоторые виды фасоли). Период вегетации сокращается с уменьшением светового дня; 3 – группа нейтральных растений (большинство сортов фасоли обыкновенной и нута).

Благоприятными почвами для бобовых являются: среднесвязные, слабокислые, нейтральные суглинистые, супесчаные почвы. Такие почвы должны содержать достаточно фосфора, калия и кальция. Оптимальная плотность почвы для нормального развития корневой системы  $1,0 - 1,3 \text{ г/см}^3$  [31].



## 2. Объект и методы исследований

### 2.1. Биологическая характеристика объектов исследования

#### 2.1.1. Зернобобовые

Объектом исследования являлись, семена сои культурной сорта «Сибниик 315» и «Зарница».

Царство:	Растения	<i>Plantae</i>
Отдел:	Цветковые	<i>Magnoliophyta</i>
Класс:	Двудольные	<i>Dicotylédones</i>
Порядок:	Бобовоцветные	<i>Fabales</i>
Семейство:	Бобовые	<i>Fabáceae</i>
Род:	Соя	<i>Glycine</i>
Вид:	Соя культурная	<i>Glycine max L.</i>

#### Биологическое описание

Стебли культурной сои от тонких до толстых, опушённые или голые. Высота стеблей от очень низких (от 15 см) до очень высоких — до 2-х и более метров.

У всех видов рода Соя, включая вид культурной сои, листья тройчато-сложные, изредка встречаются 5-, 7- и 9-листочковые, с опушёнными листочками и перистым жилкованием.

Венчик цветка фиолетовый различных оттенков и белый. Плод сои представляет собой боб, вскрывающийся двумя створками по брюшному и спинному швам и обычно содержащий 2—3 семени. Бобы преимущественно крупные — 4—6 см длиной, как правило, устойчивые к растрескиванию. Перикарпий (створки боба) сои состоит из 3-х слоёв — экзокарпа, мезокарпа и эндокарпа. Главная часть эндокарпа — склеренхима, образующая так называемый пергаментный слой.

Основная форма семян сои овальная, различной выпуклости. Размеры семян варьируют от очень мелких — масса 1000 семян 60—100 г, до очень крупных (более 310 г) с преобладанием семян среднего размера — 150—199 г.

Семенная оболочка плотная, нередко блестящая, которая часто оказывается практически непроницаемой для воды, образуя т. н. «твёрдые» или «твёрдокаменные» семена. Под семенной оболочкой располагаются занимающие центральную и наибольшую часть семени крупные осевые органы зародыша — корешок и почечка, нередко в просторечии именуемые зародышем. Окраска семян преимущественно жёлтая, изредка встречаются формы с чёрными, зелёными и коричневыми семенами [33].

#### Применение

Зернобобовая и масличная культура. Семена содержат 35-52 % белка и 17-27 % масла, витамины А, В, С, D, Е, ряд ферментов. Белок сои представлен легкорастворимыми фракциями (до 94 %), в нем большое количество незаменимых аминокислот, лизина в 9 раз больше, чем в белке пшеничной

муки, и в 2-3 раза больше, чем в семенах гороха, нута, кормовых бобов. Кроме того, белок сои - глицитин - обладает свойством створаживания. Из семян сои производят муку, соевое молоко, творог, белковые продукты трех видов: концентраты, содержащие 70 % белка, изоляты (до 90 % белка) и структурированные продукты - аналоги изделий из мяса. Зеленая масса, сено, жмых и шрот используются для скармливания сельскохозяйственным животным. Благодаря азотфиксации, соя - ценный предшественник для пропашных и зерновых культур [2].

Объектом исследования являлись, семена гороха посевного сортов «Детский» и «Иловецкий».

Царство:	Растения	<i>Plantae</i>
Отдел:	Цветковые	<i>Magnoliophyta</i>
Класс:	Двудольные	<i>Dicotylédones</i>
Порядок:	Бобовоцветные	<i>Fabales</i>
Семейство:	Бобовые	<i>Fabáceae</i>
Род:	Горох	<i>Pisum</i>
Вид:	Горох посевной	<i>Pisum sativum</i>

#### Биологическое описание

Однолетнее травянистое растение. Корень стержневой, проникает в почву до 1,5 м. Боковые корни расположены в пахотном слое почвы. Стебель четырехгранный, полый, простой или фасциированный. Стебель несколько граненый, слабый, полегающий, только штамбовые формы до налива бобов прямостоячие, чему способствуют цепляющиеся усики. Ветвление стебля бывает двух типов: у основания и пазушное вдоль стебля. Растение покрыто восковым налетом, встречаются формы без налета.

Лист сложный, обычно состоит из черешка, 2-3 пар листочков и непарного числа усиков (3-5, иногда 7). Прилистники у гороха крупнее листочков, имеют полусердцевидную форму. Соцветие - пазушная кисть, у фасциированных форм - ложный зонтик. Цветок мотылькового типа, разной величины (1,5-3,5 см) и окраски. У сортов зернового или овощного использования окраска белая, кормового и сидератного - розовая, красно-фиолетовая и пр.

Плод - боб, состоит из двух створок, по строению которых различают луцильные и сахарные формы гороха. У первых створки боба имеют пергаментный слой и при созревании легко растрескиваются. У вторых пергаментный слой отсутствует, и семена плохо обмолачиваются. Бобы имеют различную форму и размер, обычно цилиндрические, выпуклые во время налива, с коротким изогнутым клювиком, голые. Семена шаровидные, гладкие или морщинистые (мозговые). Семя состоит из зародыша и семенной кожуры. Под ней расположены две семядоли, которые при прорастании семени остаются в почве [19].

## Применение

Широкое распространение обусловлено высоким содержанием белка в зерне (в среднем 20-27 %), сбалансированностью его аминокислотного состава, хорошими вкусовыми качествами и усвояемостью, достаточно высокой урожайностью в зонах возделывания. Это высокобелковая продовольственная культура. Из зерна получают крупу, муку, зеленые горошек и лопатки. Зерно гороха широко используют в комбикормовой промышленности. Горох, как азотфиксирующее растение, играет большую агротехническую роль. Это лучший предшественник для других сельскохозяйственных культур. В некоторых районах используется в качестве зеленого удобрения. Лучшие предшественники для гороха посевного - пропашные (кукуруза на силос, сахарная свекла) и озимые зерновые, яровая пшеница [2].

Объектом исследования являлись семена конских бобов сорта «Белорусские».

Царство:	Растения	<i>Plantae</i>
Отдел:	Цветковые	<i>Magnoliophyta</i>
Класс:	Двудольные	<i>Dicotylédones</i>
Порядок:	Бобовоцветные	<i>Fabales</i>
Семейство:	Бобовые	<i>Fabáceae</i>
Род:	Горошек	<i>Vicia</i>
Вид:	Бобы конские	<i>Vicia faba</i>

## Биологическое описание

Однолетнее растение. Корень стержневой, сильно разветвленный, проникает на глубину 80-150 см. На корнях образуются колонии клубеньковых бактерий, которые обогащают почву азотом. Стебель толстый, крепкий, прямостоячий, голый или слабоопушенный, четырехгранный, полый, высотой 10-150 (200) см, ветвится только у основания.

Листья парноперистые, крупные, мясистые, без усиков (ось листа заканчивается мягким острием); с 1-4 парами листочков размером 4-8 x 2-4 см, эллиптических, сизо-зеленых (с восковым налетом), голых; прилистники до 2 см длиной, яйцевидно-треугольные, зубчатые, с нектарниками (железками). Цветоносы 0,9-3 см длиной.

Цветки крупные, до 3,5 см длиной, по 2-6(12) в кисти. Чашечка трубчатая, голая. Венчик белый или розоватый, парус с фиолетовыми жилками, крылья с черным пятном.

Самоопыляющееся растение, но наблюдается и перекрестное опыление. Плод - боб с 2-4-8 семенами. Бобы очень крупные, 5-10(35) x 1,5-4 см, сплюснутые, вальковатые или продолговато-цилиндрические, мясистые, коротко опушенные, по швам голые, молодые - зеленые, зрелые - бурые и черные, кожистые, по 1-4 в пазухе. Семена от 0,5 до 4 см длиной, обычно плоские, овальные, с латеральным, вдавленным, эллиптическим или линейным рубчиком, темно-фиолетовые, красно-коричневые, светло-желтые или зеленые.

В зависимости от размеров семян бобы делят на крупносемянные (масса 1000 семян 800-1300 г), среднесемянные (масса 1000 семян 500-700 г) и мелкосемянные (масса 1000 семян 200-450 г). Крупносемянные сорта возделываются как овощные. Бобы кормовые отличаются относительно мелкими семенами и хорошо развитой вегетативной массой.[1].

#### Применение

Кормовые бобы идут на корм скоту (зерно, зеленая масса, силос) и как зеленое удобрение. Семена содержат 28-35% белка, 0,8-1,5% жиров, 50-55% крахмала, 3-6% клетчатки. В 1 кг зеленой массы содержится 21 г перевариваемого протеина, 2 г кальция, 0,5 г фосфора, 20 мг каротина. По содержанию белка и жиров вегетативная масса бобов питательнее овсяной соломы, но она грубее, поэтому перед скармливанием ее следует измельчить. Бобы, скошенные во время цветения, дают питательное сено. В Закавказье и Таджикистане бобы используют не только как корм, но и в пищу. Бобы - хороший медонос [2].

### 2.1.2. Сидераты

Так же одним объектов исследования, являлись семена клевера ползучего сорта «Ривендел».

Царство:	Растения	<i>Plantae</i>
Отдел:	Цветковые	<i>Magnoliophyta</i>
Класс:	Двудольные	<i>Dicotyledones</i>
Порядок:	Бобовоцветные	<i>Fabales</i>
Семейство:	Бобовые	<i>Fabaceae</i>
Род:	Клевер	<i>Trifolium</i>
Вид:	Клевер ползучий	<i>Trifolium repens</i>

#### Биологическое описание

Многолетнее травянистое растение. Корневая система стержневая, ветвящаяся. Стебель ползучий, стелющийся, укореняющийся в узлах, ветвистый, голый, часто полый. Листья длинночерешчатые, трёхраздельные, их листочки широкояйцевидные, на верхушке выемчатые. Черешки восходящие, до 30 см длиной.

Цветочные головки пазушные, почти шаровидные, рыхлые, до 2 см в поперечнике; цветоносы длиннее черешков листьев, длиной 15—30 см, после отцветания отгибаются вниз, тогда как молодые или цветущие торчат вверх. Венчик белый или розоватый, по отцветании буреют; цветки слегка ароматные. В цветке 10 тычинок, девять из них сросшиеся нитями в трубочку, одна — свободная. Нектароносная ткань расположена на дне венчика вокруг завязи. Цветёт с мая до глубокой осени. Цветки в головке распускаются от периферии к центру.

Пыльцевые зёрна трёхбороздно-оровые, эллипсоидальной формы. Длина полярной оси 23,8—27,2 мкм, экваториальный диаметр 20,4—25,4 мкм. В очертании с полюса округло-треугольные, со слегка выпуклыми сторонами, с экватора — широкоэллиптические. Текстура пятнистая. Пыльцевые зёрна жёлтого цвета.

Плод — боб продолговатый, плоский, содержит от трёх до четырёх почковидных или сердцевидных семян серо-жёлтого или оранжевого цвета. Применение

Ценное кормовое растение. Характеризуется высокими кормовыми качествами. В чистом виде высевается только для получения семян, на пастбищах и сенокосах - в травосмесях со злаковыми травами. Урожайность зеленой массы на пастбище составляет 60-120 ц/га, отавность выше, чем у клевера красного. Урожайность сена 18-35 ц/га в зависимости от района возделывания и почвенно-климатических условий, урожайность семян также колеблется (3,0-5,0 ц/га). Один из важнейших медоносов центра и севера Европейской части России: медопродуктивность достигает 100 кг с гектара при сплошном произрастании. Всё лето выделяет много нектара и буроватой пыльцы-обножки [20].

Объектом исследования так же, являлись семена люпина многолистного сорта «Руссель».

Царство:	Растения	<i>Plantae</i>
Отдел:	Цветковые	<i>Magnoliophyta</i>
Класс:	Двудольные	<i>Dicotylédones</i>
Порядок:	Бобовоцветные	<i>Fabales</i>
Семейство:	Бобовые	<i>Fabáceae</i>
Род:	Люпин	<i>Lupinus</i>
Вид:	Люпин многолистный	<i>Lupinus polyphyllus</i>

#### Биологическое описание

Многолетнее травянистое растение высотой 50-100 см, с мощно развитой корневой системой, крепкими глянцевыми стеблями и 13-12-пальчатыми листьями, имеющими ланцетовидные листочки, расположенные звездообразно, темно-зеленые, по краям реснитчатые. В первый год вегетации обычно развиваются преимущественно прикорневые, розеточные листья. На второй год образуются много стеблей. Молодые листочки, цветоносы и чашечки имеют серебристое опушение. Стебли мощные, слабо граненые, слабоопушённые.

Листья состоят из 9-10 почти ланцетовидных листочков, крупные, вдвое короче черешка. Листочки сверху голые или слабо опушенные, снизу опушение сильное. Прилистники шиловидные, опушенные, обычно на 3/4 сросшиеся с черешком. Соцветие очень длинное, обычно рыхлое.

Цветки полумутовчатые, разбросанные. Губы чашечки цельные или слабо зубчатые. Прицветники рано опадающие, не превышающие чашечку. Венчик

второе длиннее чашечки, разной окраски, чаще фиолетовый. Лодочка голая. цветоножки длинные, почти равны длине цветков. Бобы плоские, удлинённые, 9(6-7)-семянные. Семена овальные, слабо сдавленные, коричневые, черные и другие [21].

#### Применение

Интерес к люпину обусловлен высоким содержанием в его семенах белка (до 50 %), масла (от 5 до 20 %), по качеству близкого к оливковому, отсутствие мингибиторов пищеварения и других антипитательных веществ.

Семена люпина с древних времён используются в пищу человека и на корм животным. Зелёная масса безалкалоидных сортов также является прекрасным кормом. Благодаря симбиозу с клубеньковыми бактериями люпин способен накапливать в почве до 200 кг азота с гектара и является прекрасным сидератом. Его использование в качестве зелёного удобрения позволяет сохранять в чистоте окружающую среду, экономить дорогостоящие удобрения, выращивать экологически чистую продукцию.

Люпин используется также в медицине и фармакологии, цветоводстве, лесоводстве, в качестве корма при разведении рыб.

Виды люпина нектара не выделяют, но дают медоносным пчёлам пыльцу [2].

## 2.2. Экспериментальные работы

Суспензия биогенных наночастиц ферригидрита получена лабораторией исследовательского центра экспериментальных состояний организма КНЦ СО РАН д.ф.-м.н. Гуревичем Ю.Л.

Суспензия имеет красновато-ржавую прозрачную окраску. Хранение суспензии производится в холодильнике.

Эксперимент происходил по следующей схеме:

Для проращивания семян сои, гороха, бобов, клевера и люпина использовали 5 варианта среды при подготовке влажной камеры (Прилож. 1).

В каждом варианте использовалось по 3 повторности.

Влажная камера для проращивания семян была образована путём помещения матрасиков фильтровальной бумаги смоченных жидкостью соответствующего варианта опытов.

В каждую камеру для увлажнения наливали по 60 мл испытуемой жидкости. В каждую камеру помещали по 20 зёрен сои, гороха, бобов, клевера, люпина и выдерживали в соответствии с ГОСТ-12038-84. Так учёт энергии прорастания и всхожести производится на определённые сутки для каждого вида растений, в соответствии с ГОСТ-12038-84, и проходил по следующей схеме (Таблица-1).

Таблица 1- Срок определения энергии прорастания и всхожести, сут

Культура	Энергия прорастания	Всхожесть
Соя «Зарница» Соя «Сибниик-315»	3	7
Горох «Детский» Горох «Иловецкий»	4	8
Клевер «Ривендел»	3	7
Бобы «Конские»	4	10
Люпин «Руссель»	4	10

Влажные камеры содержались в затенённом месте при комнатной температуре 20 °С.

После определения всхожести семян вели наблюдение за развитием проростков сои и гороха, и измеряли длину корешков. Длину измеряли с помощью линейки.

Учёт зараженности семян бактериями проводили по развитию бактериоза с применением микроскопирования и фиксации микрофотографий (Микроскоп Микмед-6 вариант 3, фотосъёмка цифровой камерой DCM-130E).

Использовались следующие методы: методы информационного поиска, планирование эксперимента, метод влажной камеры, методы статистической обработки (сравнение по критерию Стьюдента и по точному критерию Фишера).

### 2.3. Статистическая обработка материалов

В ходе эксперимента были получены следующие показатели: энергия прорастания; всхожесть семян; длина корешков.

Так как биологически объекты изменчивы, что отражается на показателях их состояний, для оценки характеристик сои, гороха, бобов, люпина и клевера применяли расчет средних арифметических и ошибок средней [34].

На основании полученных данных проводили сравнительные оценки показателей контрольного и опытного варианта, оценивание с подсчетом критерия Стьюдента. Использовались рекомендации по шаговому действию [32].

С целью оценивания проростков семян всей совокупности, применяли факторный анализ с расчетом критерия Фишера [35].

### 3. Результаты и обсуждение

#### 3.1. Энергия прорастания и всхожесть бобовых

##### 3.1.1 Соя

###### *Соя культурная сорта «Зарница»*

По результатам экспериментальных работ по проращиванию семян сои сорта «Зарница» в водной среде с добавлением биогенных наночастиц ферригидрита, были получены следующие данные, представленные в: приложении 2-3 и рисунке 1.

При анализе величины энергии прорастания установлено, что в контрольном варианте она составляла  $50,0 \pm 5,77$  %.

В опытном варианте с наночастицами партии «Ж» и концентрацией 10,7 мг/л всхожесть составляла  $45,0 \pm 7,63$  %, а с концентрацией 5,35 мг/л она составляла  $25,0 \pm 2,88$  %. При использовании наночастиц партии «М» с концентрацией 8,4 мг/л всхожесть составляла  $40,0 \pm 2,88$  %, а при уменьшении концентрации ферригидрита до 4,2 мг/л всхожесть составляла  $35,0 \pm 2,88$  %.

Эксперимент показал, что в контрольном варианте она составляла  $61,7 \pm 4,41$  %.

В опытном варианте с наночастицами партии «Ж» и концентрацией 10,7 мг/л всхожесть составляла  $60,0 \pm 5,77$  %, а с концентрацией 5,35 мг/л она составляла  $51,7 \pm 4,41$  %. При использовании наночастиц партии «М» с концентрацией 8,4 мг/л всхожесть составляла  $73,3 \pm 4,41$  %, а при уменьшении концентрации ферригидрита до 4,2 мг/л всхожесть составляла  $51,7 \pm 3,33$  %.

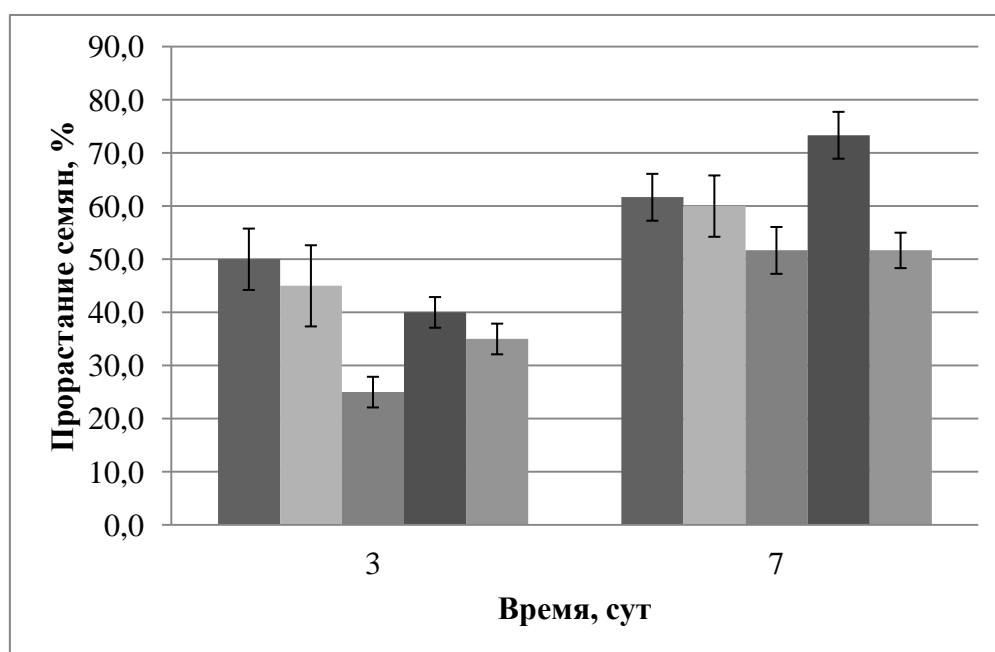


Рисунок 1 - Энергия прорастания и всхожести семян сои сорта «Зарница» в экспериментальных условиях с применением биогенных наночастиц ферригидрита



Для выявления достоверности отличий полученных показателей в контрольных и опытных вариантах была проведена сравнительная оценка показателей по критерию Стьюдента (прилож. 4).

Сравнение средних значений с применением критерия Стьюдента выявил значимые отличия в энергии прорастания, так в варианте опыта с концентрацией вещества 5,35 мг/л партии «Ж» критерий составил 3,87. Значимых отличий в остальных вариантах опыта не было зарегистрировано.

Дополнительно был использован точный критерий Фишера (Прилож. 5). Расчёт которого позволяет уточнить, имеются ли достоверные отличия сравниваемых значений.

Значимость различий по точному критерию Фишера наблюдается в энергии прорастания в варианте опыта с концентрацией вещества 5,35 мг/л частиц партии «Ж» и 4,2 мг/л партии «М».

#### *Соя культурная сорта «Сибниик-315»*

По результатам экспериментальных работ по проращиванию семян сои сорта «Сибниик-315» в водной среде с добавлением биогенных наночастиц ферригидрита, были получены следующие данные, представленные в приложении 6-7 и рисунке 2.

При анализе величины энергии прорастания установлено, что в контрольном варианте она составляла  $53,3 \pm 3,33\%$ .

В опытном варианте с наночастицами партии «Ж» и концентрацией 10,7 мг/л всхожесть составляла  $67,7 \pm 7,26\%$ , а с концентрацией 5,35 мг/л она составляла  $73,3 \pm 4,41\%$ . При использовании наночастиц партии «М» с концентрацией 8,4 мг/л всхожесть составляла  $66,7 \pm 8,82\%$ , а при уменьшении концентрации ферригидрита до 4,2 мг/л всхожесть составляла  $58,3 \pm 6,01\%$ .

Эксперимент показал, что в контрольном варианте она составляла  $65,0 \pm 5,00\%$ .

В опытном варианте с наночастицами партии «Ж» и концентрацией 10,7 мг/л всхожесть составляла  $86,7 \pm 3,33\%$ , а с концентрацией 5,35 мг/л она составляла  $86,7 \pm 6,67\%$ . При использовании наночастиц партии «М» с концентрацией 8,4 мг/л всхожесть составляла  $80,0 \pm 2,88\%$ , а при уменьшении концентрации ферригидрита до 4,2 мг/л всхожесть составляла  $83,3 \pm 4,41\%$ .

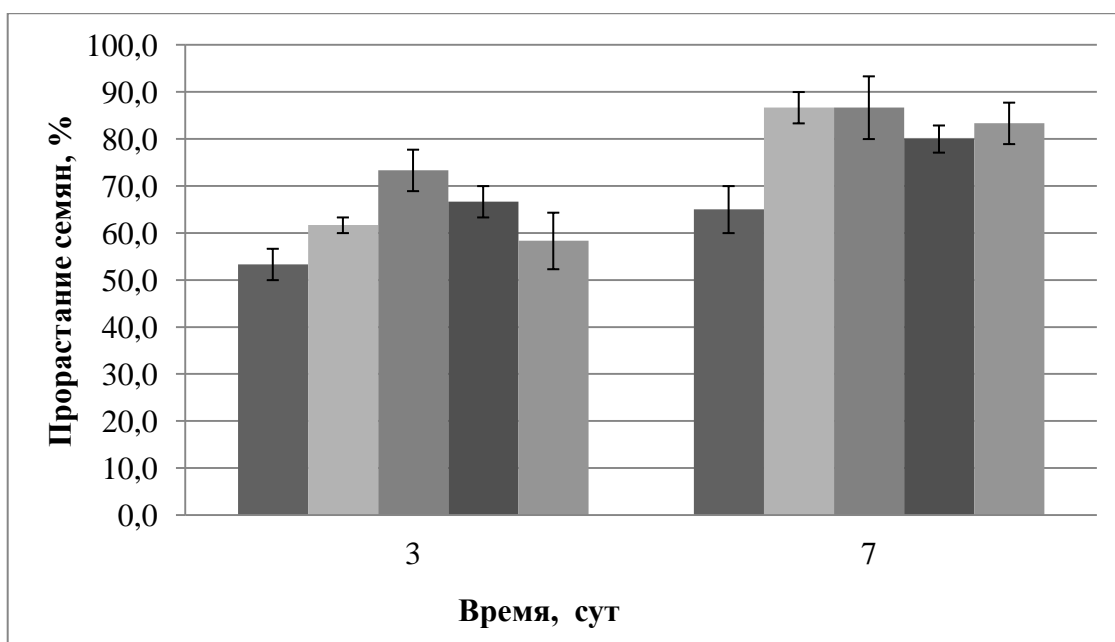


Рисунок 2 - Энергия прорастания и всхожести семян сои сорта "Сибниик-315" в экспериментальных условиях с применением биогенных наночастиц ферригидрита

Для выявления достоверности отличий полученных показателей в контрольных и опытных вариантах была проведена сравнительная оценка показателей по критерию Стьюдента (Прилож. 8).

Сравнение средних значений с применением критерия Стьюдента выявил значимые отличия в энергии прорастания, так в варианте опыта с концентрацией вещества 5,35 мг/л партии «Ж» критерий составил 3,62, в варианте опыта с концентрацией вещества 8,4 мг/л партии «М» он составил 2,83.

Значимые отличия были выявлены во всех вариантах во всхожести, так в варианте опыта с концентрацией вещества в 10,7 мг/л и 5,52 мг/л партии «Ж» составил 3,61 и 2,60. В варианте опыта с концентрацией вещества в 8,4 мг/л и 4,2 мг/л критерий составил 5,59 и 2,75.

Дополнительно был использован точный критерий Фишера (Прилож. 9). Расчёт которого позволяет уточнить, имеются ли достоверные отличия сравниваемых значений.

Значимость различий по точному критерию Фишера наблюдается в энергии прорастания в варианте опыта с концентрацией вещества 5,35 мг/л партии «Ж».

Значимость различий между контролем и опытом, наблюдается во всхожести, в варианте опыта с концентрацией вещества 10,7 мг/л и 5,35 мг/л партии «Ж», так же в варианте опыта с концентрацией вещества 4,2 мг/л партии «М».

### 3.1.2.Горох

#### *Горох посевной сорта Детский*

По результатам экспериментальных работ по проращиванию семян гороха сорта «Детский» в водной среде с добавлением биогенных наночастиц ферригидрита, были получены следующие данные, представленные в приложении 10-11 и рисунке 3.

При анализе величины энергии прорастания установлено, что в контрольном варианте она составляла  $56,7 \pm 1,67\%$ .

В опытном варианте с наночастицами партии «Ж» и концентрацией 10,7 мг/л всхожесть составляла  $76,7 \pm 3,33\%$ , а с концентрацией 5,35 мг/л она составляла  $76,7 \pm 1,67\%$ . При использовании наночастиц партии «М» с концентрацией 8,4 мг/л всхожесть составляла  $71,7 \pm 1,67\%$ , а при уменьшении концентрации ферригидрита до 4,2 мг/л всхожесть составляла  $56,7 \pm 3,33\%$ .

Эксперимент показал, что в контрольном варианте энергия прорастания составила  $73,3 \pm 3,33\%$ .

В опытном варианте с наночастицами партии «Ж» и концентрацией 10,7 мг/л всхожесть составляла  $76,7 \pm 3,33\%$ , а с концентрацией 5,35 мг/л она составляла  $83,3 \pm 4,41\%$ . При использовании наночастиц партии «М» с концентрацией 8,4 мг/л всхожесть составляла  $86,7 \pm 3,33\%$ , а при уменьшении концентрации ферригидрита до 4,2 мг/л всхожесть составляла  $75,0 \pm 5,77\%$ .

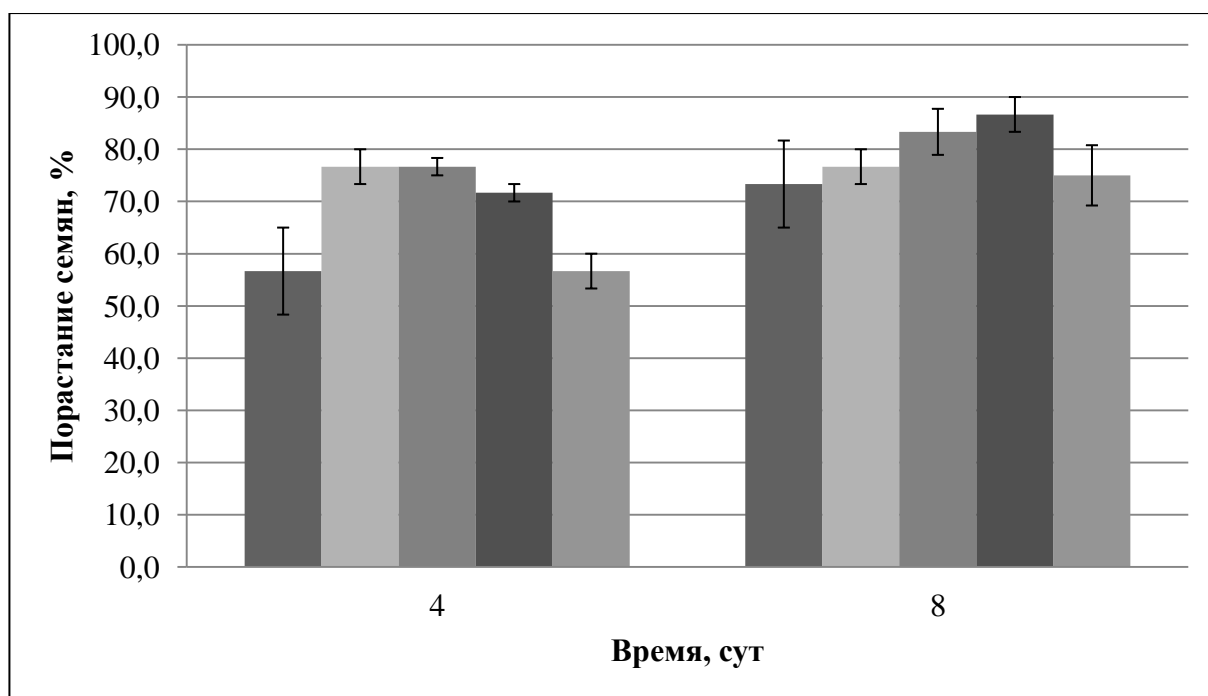


Рисунок 3 - Энергия прорастания и всхожести семян гороха сорта «Детский» в экспериментальных условиях с применением биогенных наночастиц ферригидрита

Для выявления достоверности отличий полученных показателей в контрольных и опытных вариантах была проведена сравнительная оценка показателей по критерию Стьюдента (Прилож. 12).

Сравнение средних значений с применением критерия Стьюдента выявил значимые отличия в энергии прорастания, так в варианте опыта с концентрацией вещества 10,7 мг/л и 5,35 мг/л партии «Ж» критерий составил 5,37 и 8,49, а в варианте опыта с концентрацией вещества 8,4 мг/л партии «М» он составил 6,36.

Значимые отличия были выявлены во всхожести, так в варианте опыта с концентрацией вещества в 8,4 мг/л партии «М» и составил 2,83.

Дополнительно был использован точный критерий Фишера (Прилож. 13). Расчёт которого позволяет уточнить, имеются ли достоверные отличия сравниваемых значений.

В опытных вариантах с добавлением наночастиц партии «Ж» с концентрацией вещества 10,37 и 5,35 мг/л, в энергии подрастания зарегистрирована значимость различий

#### *Горох посевной сорта Иловецкий*

По результатам экспериментальных работ по проращиванию семян гороха сорта «Иловецкий» в водной среде с добавлением биогенных наночастиц ферригидрита, были получены следующие данные, представленные в приложениях 14-15 и рисунке 4.

При анализе величины энергии прорастания установлено, что в контрольном варианте энергия прорастания составила  $98,3 \pm 1,66$  %.

В опытном варианте с наночастицами партии «Ж» и концентрацией 10,7 мг/л всхожесть составляла  $96,7 \pm 3,33$ %, а с концентрацией 5,35 мг/л она составляла  $91,7 \pm 1,66$ %. При использовании наночастиц партии «М» с концентрацией 8,4 мг/л всхожесть составляла  $85,0 \pm 5,77$  %, а при уменьшении концентрации ферригидрита до 4,2 мг/л всхожесть составляла  $91,7 \pm 4,41$  %.

Эксперимент показал, что в контрольном варианте энергия прорастания составила  $100,0 \pm 0$ %.

В опытном варианте с наночастицами партии «Ж» и концентрацией 10,7 мг/л всхожесть составляла  $98,3 \pm 1,66$  %, а с концентрацией 5,35 мг/л она составляла  $96,7 \pm 1,66$  %. При использовании наночастиц партии «М» с концентрацией 8,4 мг/л всхожесть составляла  $90,0 \pm 2,88$ %, а при уменьшении концентрации ферригидрита до 4,2 мг/л всхожесть составляла  $93,3 \pm 3,33$  %.

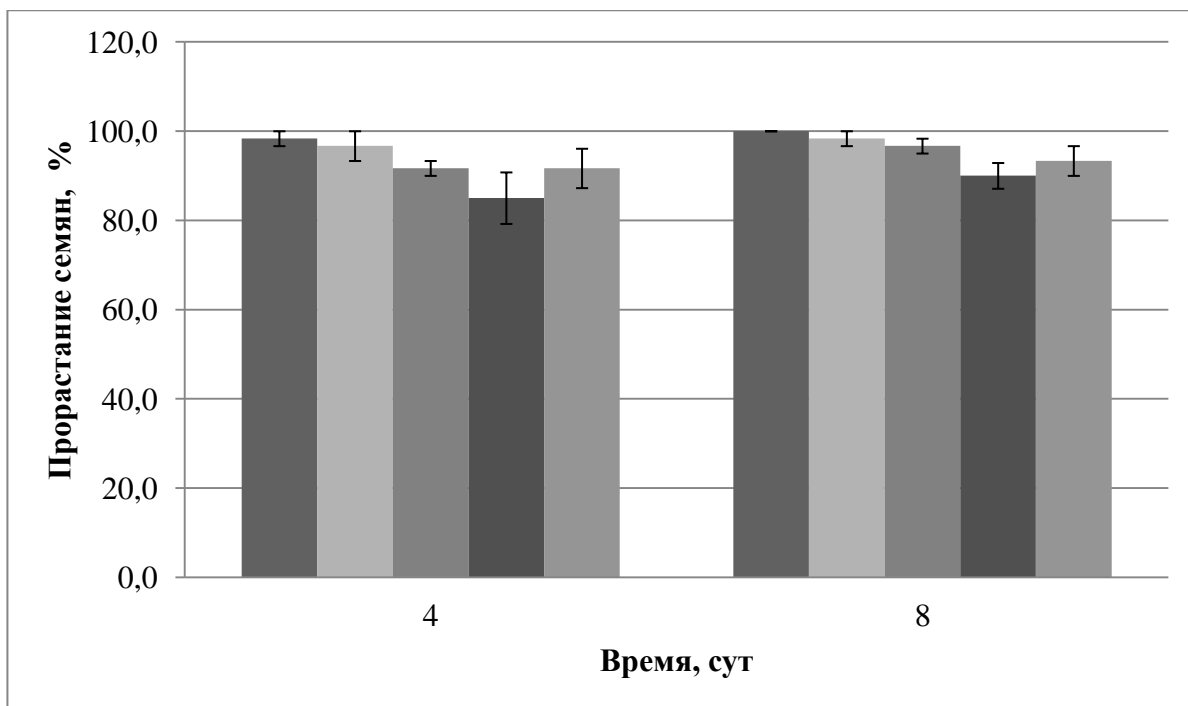


Рисунок 4- Энергия прорастания и всхожести семян гороха сорта «Иловецкий» в экспериментальных условиях с применением биогенных наночастиц ферригидрита

Для выявления достоверности отличий полученных показателей в контрольных и опытных вариантах была проведена сравнительная оценка показателей по критерию Стьюдента (Прилож. 16).

Сравнение средних значений с применением критерия Стьюдента выявил значимые отличия в энергии прорастания, так в варианте опыта с концентрацией вещества 5,35 мг/л партии «Ж» критерий составил 2,83.

Значимые отличия были выявлены во всхожести, так в варианте опыта с концентрацией вещества в 8,4 мг/л партии «М» и составил 3,46.

Дополнительно был использован точный критерий Фишера (Прилож. 17). Расчёт которого позволяет уточнить, имеются ли достоверные отличия сравниваемых значений.

Значимость различий по точному критерию Фишера наблюдается в энергии прорастания и во всхожести, в вариантах опыта с концентрацией вещества 10,7 мг/л партии «Ж», так же в партии «М» с концентрацией 8,4 мг/л.

### 3.1.3. Бобы

#### *Бобы конские сорта «Белорусский»*

По результатам экспериментальных работ по проращиванию семян бобов сорта «Белорусский» в водной среде с добавлением биогенных наночастиц ферригидрита, были получены следующие данные, представленные в: таблице 2, таблице 3 и рисунке 5.

Таблица 2- Энергия прорастания (%) семян бобов сорта «Белорусский» в экспериментальных условиях с применением биогенных наночастиц ферригидрита

Вариант среды	Повторность			x±m
	1	2	3	
Контроль	22	17	20	19,7 ± 1,45
Ж	54	66	60	60,0 ± 3,46
М	22	18	20	20,0 ± 1,15

Эксперимент показал, что в контрольном варианте энергия прорастания составила  $19,7 \pm 1,45$  %.

В суспензии биогенных наночастиц высокой концентрации партии «Ж» энергия прорастания составила  $60,0 \pm 3,46$  %, в суспензии высокой концентрации партии «М»  $20,0 \pm 1,15$  % соответственно.

Таблица 3 - Всхожесть (%) семян бобов сорта «Белорусский» в экспериментальных условиях с применением биогенных наночастиц ферригидрита

Вариант среды	Повторность			x±m
	1	2	3	
Контроль	55	65	60	60,0 ± 2,89
Ж	84	76	80	80,0 ± 2,31
М	57	63	60	60,0 ± 1,73

Эксперимент показал, что в контрольном варианте энергия прорастания составила  $60,0 \pm 2,89$  %.

В суспензии биогенных наночастиц высокой концентрации партии «Ж» энергия прорастания составила  $80,0 \pm 2,31$  %, в суспензии высокой концентрации партии «М»  $60,0 \pm 1,73$  % соответственно.

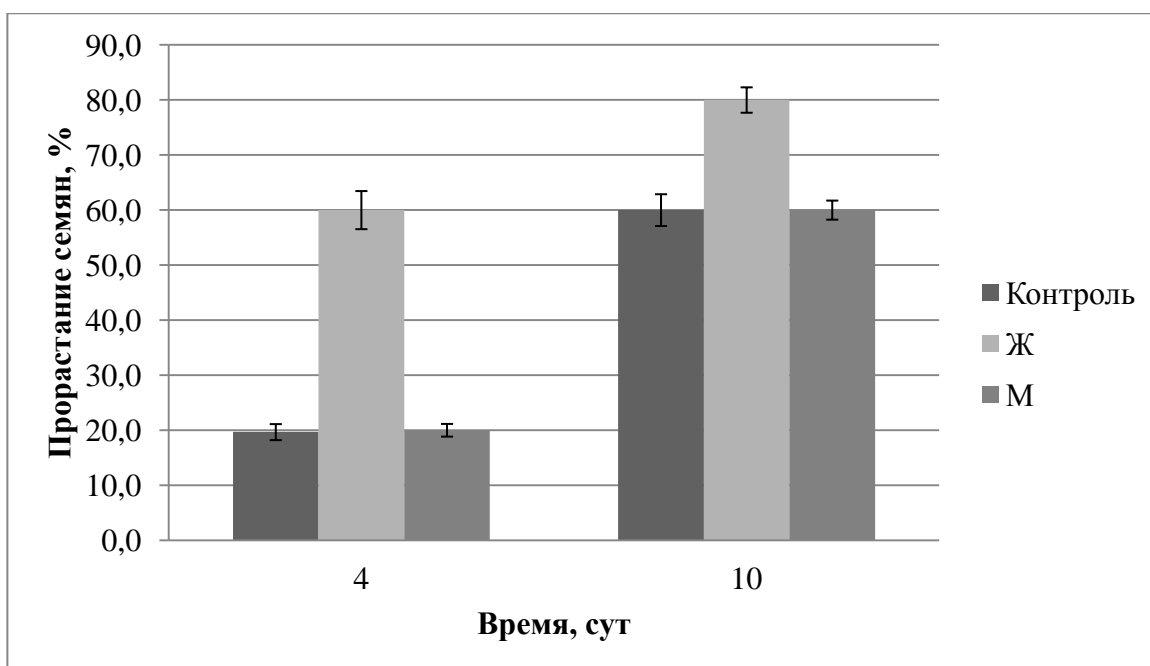


Рисунок 5 - Энергия прорастания и всхожести семян бобов сорта «Белорусский» в экспериментальных условиях с применением биогенных наночастиц ферригидрита

Для выявления достоверности отличий полученных показателей в контрольных и опытных вариантах была проведена сравнительная оценка показателей по критерию Стьюдента (Таблица 4).

Таблица 4 - Сравнительная оценка энергии прорастания и всхожести бобов сорта "Белорусский" в контрольном и опытном вариантах по критерию Стьюдента

Варианты опыта	Энергия прорастания	Всхожесть
Ж	10,74	5,41
М	0,18	0,00

Сравнение средних значений с применением критерия Стьюдента выявил значимые отличия в энергии прорастания, в суспензии биогенных наночастиц высокой концентрации партии «Ж» критерий составил 10,74, в суспензии высокой концентрации партии «М» 5,41.

Дополнительно был использован точный критерий Фишера (Таблица 5). Расчёт которого позволяет уточнить, имеются ли достоверные отличия сравниваемых значений.

Таблица 5 – Влияние концентрации суспензии биогенных наночастиц ферригидрита на энергию и всхожесть бобов сорта "Белорусский" в контрольном и опытном вариантах по критерию Фишера

Вариант	Энергия	Статистическая	Всхожесть	Статистическая
---------	---------	----------------	-----------	----------------

	прорастания %	значимость различий с контролем, P	%	значимость различий с контролем, P
Ж	60,0	0.01	80,0	0.01
М	20,0	нет	60,0	нет

Значимость различий по точному критерию Фишера наблюдается в энергии прорастания и всхожести с применением наночастиц партии «Ж».

### 3.1.4. Люпин и клевер

#### *Люпин многолистный сорта «Руссель»*

По результатам экспериментальных работ по проращиванию семян люпина сорта «Руссель» в водной среде с добавлением биогенных наночастиц ферригидрита, были получены следующие данные, представленные в: таблице 6, таблице 7 и рисунке 6.

Таблица 6 - Энергия прорастания (%) семян люпина сорта «Руссель» в экспериментальных условиях с применением биогенных наночастиц ферригидрита

Вариант среды	Повторность			x±m
	1	2	3	
Контроль	18	12	15	15,0 ± 1,73
Ж	31	19	25	25,0 ± 3,46
М	29	21	25	25,0 ± 2,31

Эксперимент показал, что в контрольном варианте энергия прорастания составила  $15,0 \pm 1,73$  %.

В суспензии биогенных наночастиц высокой концентрации партии «Ж» энергия прорастания составила  $25,0 \pm 3,46$  %, в суспензии высокой концентрации партии «М»  $25,0 \pm 2,31$  % соответственно.

Таблица 7 - Всхожесть (%) семян люпина сорта «Руссель» в экспериментальных условиях с применением биогенных наночастиц ферригидрита

Вариант среды	Повторность			x±m
	1	2	3	
Контроль	18	22	20	20,0 ± 1,15
Ж	37	44	36	39,0 ± 2,51
М	34	42	40	38,7 ± 2,40



Эксперимент показал, что в контрольном варианте энергия прорастания составила 20,0 %.

В суспензии биогенных наночастиц высокой концентрации партии «Ж» энергия прорастания составила 39,0 %, в суспензии высокой концентрации партии «М» 38,7 % соответственно.

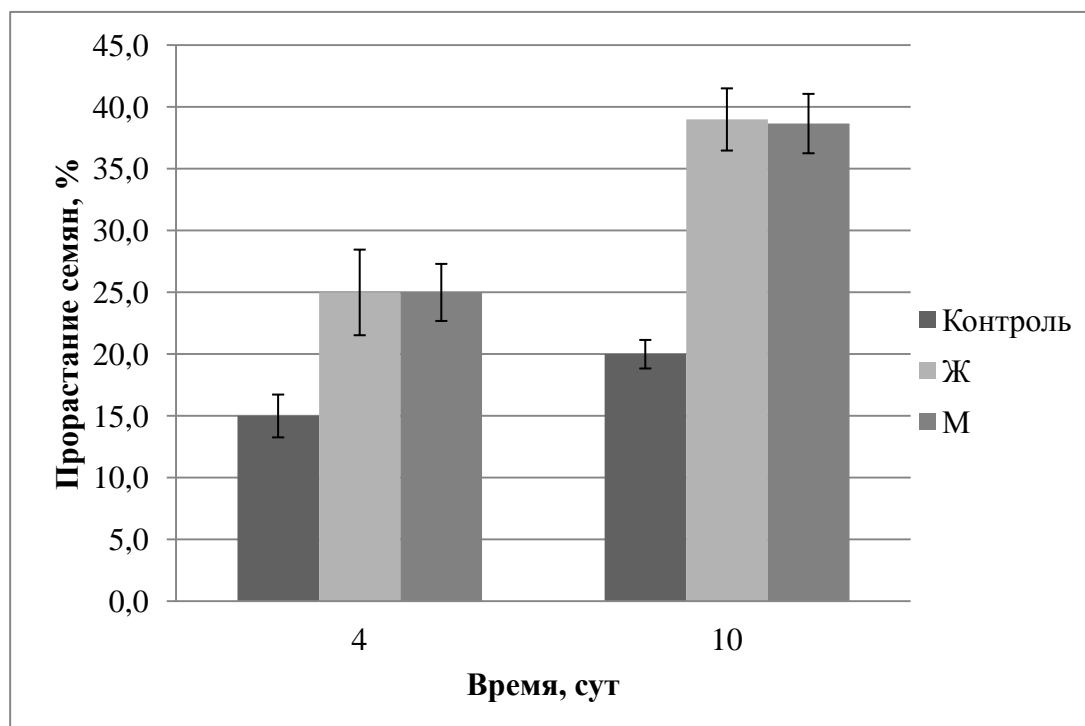


Рисунок 6 - Энергия прорастания и всхожести семян люпина сорта «Руссель» в экспериментальных условиях с применением биогенных наночастиц ферригидрита

Для выявления достоверности отличий полученных показателей в контрольных и опытных вариантах была проведена сравнительная оценка показателей по критерию Стьюдента (Таблица 8).

Таблица 8 - Сравнительная оценка энергии прорастания и всхожести люпина сорта «Руссель» в контрольном и опытных вариантах по критерию Стьюдента

Варианты опыта	Энергия прорастания	Всхожесть
Ж	2,58	6,86
М	3,46	7,00

Сравнение средних значений с применением критерия Стьюдента выявил значимые отличия в энергии прорастания, в суспензии биогенных наночастиц высокой концентрации партии «Ж» критерий составил 2,58, в суспензии высокой концентрации партии «М» 3,46.

Сравнение средних значений с применением критерия Стьюдента выявил значимые отличия во всхожести, в суспензии биогенных наночастиц высокой концентрации партии «Ж» критерий составил 6,68, в суспензии высокой концентрации партии «М» 7,00 соответственно.

Дополнительно был использован точный критерий Фишера (Таблица 9). Расчёт которого позволяет уточнить, имеются ли достоверные отличия сравниваемых значений.

Таблица 9 – Влияние концентрации суспензии биогенных наночастиц ферригидрата на энергию и всхожесть люпина сорта «Руссель» в контрольном и опытных вариантах по критерию Фишера

Вариант	Энергия прорастания %	Статистическая значимость различий с контролем	Всхожесть %	Статистическая значимость различий с контролем
Ж	25,0	0.05	39,0	0.01
М	25,0	0.05	38,7	0.01

Значимость различий по точному критерию Фишера наблюдается во всхожести с применением частиц партии «Ж» и «М».

#### *Клевер ползучий сорта «Ривендел»*

По результатам экспериментальных работ по проращиванию семян клевера сорта «Ривендел» в водной среде с добавлением биогенных наночастиц ферригидрата, были получены следующие данные, представленные в: таблице 10, таблице 11 и рисунке 7.

Таблица 10 - Энергия прорастания (%) семян клевера сорта «Ривендел» в экспериментальных условиях с применением биогенных наночастиц ферригидрата

Вариант среды	Повторность			x±m
	1	2	3	
Контроль	82	87	85	84,7 ± 1,45
Ж	88	92	90	90,0 ± 1,16
М	72	68	70	70,0 ± 1,16

Эксперимент показал, что в контрольном варианте энергия прорастания составила  $84,7 \pm 1,45$  %.

В суспензии биогенных наночастиц высокой концентрации партии «Ж» энергия прорастания составила  $90,0 \pm 1,16$  %, в суспензии высокой концентрации партии «М»  $70,0 \pm 1,16$  % соответственно.

Таблица 11 - Всхожесть (%) семян клевера сорта «Ривендел» в экспериментальных условиях с применением биогенных наночастиц ферригидрата

Вариант среды	Повторность			x±m
	1	2	3	
Контроль	86	94	90	90,0 ± 2,31
Ж	93	96	95	94,7 ± 0,88
М	91	90	90	90,3 ± 0,33

Эксперимент показал, что в контрольном варианте энергия прорастания составила  $90,0 \pm 2,31\%$ .

В суспензии биогенных наночастиц высокой концентрации партии «Ж» энергия прорастания составила  $94,7 \pm 0,88\%$ , в суспензии высокой концентрации партии «М»  $90,3 \pm 0,33\%$  соответственно.

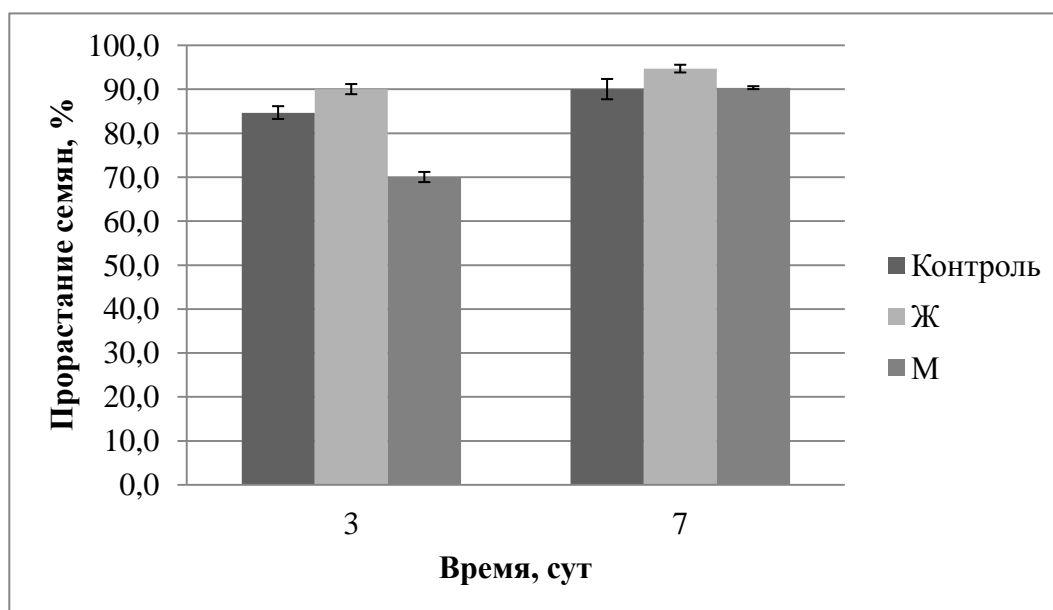


Рисунок 7 - Энергия прорастания и всхожести семян клевера сорта «Ривендел» в экспериментальных условиях с применением биогенных наночастиц ферригидрита

Для выявления достоверности отличий полученных показателей в контрольных и опытных вариантах была проведена сравнительная оценка показателей по критерию Стьюдента (Таблица 12).

Таблица 12 - Сравнительная оценка энергии прорастания и всхожести клевера сорта «Ривендел» в контрольном и опытном вариантах по критерию Стьюдента

Варианты опыта	Энергия прорастания	Всхожесть
Ж	2,87	1,89
М	7,90	0,14

Сравнение средних значений с применением критерия Стьюдента выявил значимые отличия в энергии прорастания, в суспензии биогенных наночастиц

высокой концентрации партии «Ж» критерий составил 2,87, в суспензии высокой концентрации партии «М» 7,90.

Дополнительно был использован точный критерий Фишера (Таблица 13). Расчёт которого позволяет уточнить, имеются ли достоверные отличия сравниваемых значений.

Таблица 13 – Влияние концентрации суспензии биогенных наночастиц ферригидрита на энергию и всхожесть клевера сорта «Ривендел» в контрольном и опытном вариантах по критерию Фишера

Вариант	Энергия прорастания %	Статистическая значимость различий с контролем	Всхожесть %	Статистическая значимость различий с контролем
Ж	90,0	нет	94,7	нет
М	70,0	0.01	90,3	нет

Значимость различий зарегистрирована в энергии прорастания с применением частиц партии «М».

### 3.2. Количественная характеристика проростков сои и гороха

Одним из показателей являлась длина корешков растений у сои «Зарница» и «Сибниик-315», так же у гороха «Детский» и «Иловецкий».

Согласно данным в приложении 18, средняя длина корешков сои сорта «Зарница» на 3 сутки проращивания в контрольном варианте составляла  $2,2 \pm 0,62$  см. Самая максимальная длина наблюдалась в варианте опыта с применением наночастиц партии «М», концентрацией 8,4 мг/л и составляла  $3,2 \pm 0,75$  см. Так же, на 6 сутки проращивания средняя длина составляла  $2,6 \pm 0,92$  см. Максимальная длина наблюдалась в варианте опыта с применением наночастиц партии «М», с концентрацией 8,4 мг/л и составляла  $3,9 \pm 1,56$  см.

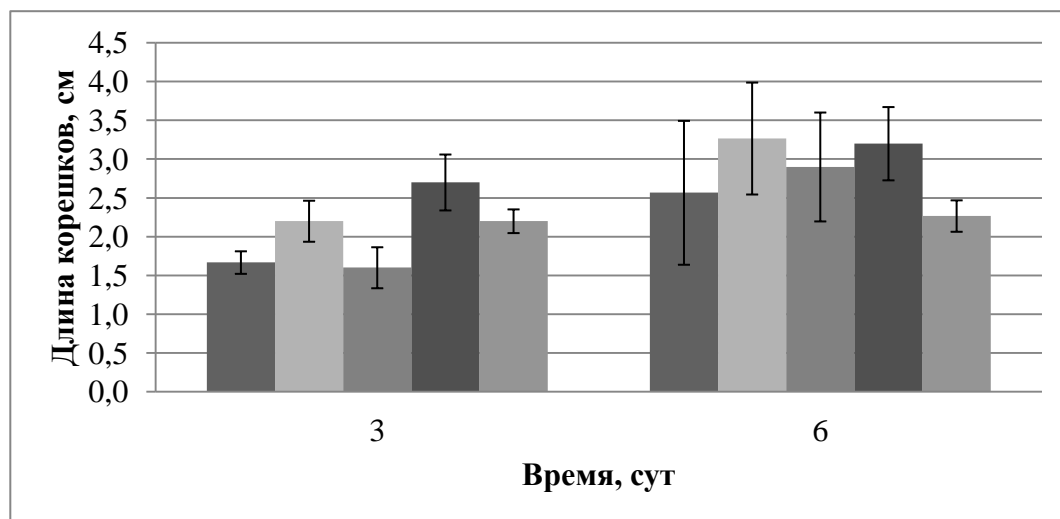


Рисунок 8 – Длина корешков проростков сои сорта «Зарница» на 3 и 6 сутки проращивания в экспериментальных условиях при воздействии биогенных наночастиц ферригидрита.

Сравнение средних значений с применением критерия Стьюдента выявил значимые отличия на 3 сутки, в варианте с применением частиц партии «М» концентрации 8,4 мг/л и 4,2 мг/л и составил 2,68 и 2,53.

Согласно данным в таблице 19, средняя длина корешков сои сорта «Сибниик-315» на 3 сутки проращивания в контрольном варианте составляла  $1,4 \pm 0,03$  см. Самая максимальная длина наблюдалась в варианте опыта с применением наночастиц партии «М», концентрацией 8,4 мг/л и составляла  $3,1 \pm 0,50$  см. Так же, на 6 сутки проращивания средняя длина составляла  $2,6 \pm 0,92$  см. Максимальная длина наблюдалась в варианте опыта с применением наночастиц партии «М», с концентрацией 4,2 мг/л и составляла  $3,7 \pm 0,84$  см.

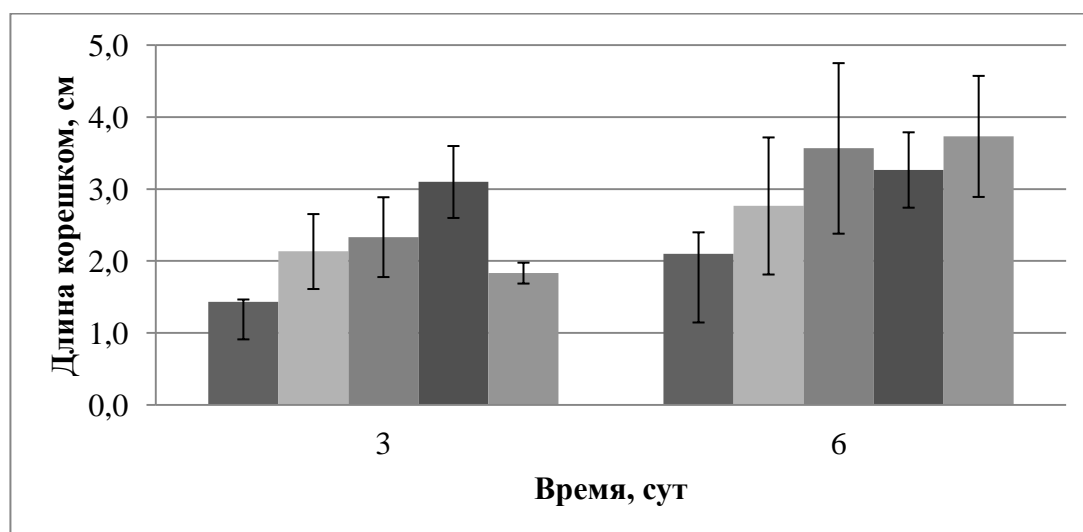


Рисунок 9 – Длина корешков проростков сои сорта «Сибниик-315» на 3 и 6 сутки проращивания в экспериментальных условиях при воздействии биогенных наночастиц ферригидрита

Сравнение средних значений с применением критерия Стьюдента выявил значимые отличия на 3 сутки, в варианте с применение частиц партии «М» концентрации 8,4 мг/л и 4,2 мг/л и составил 3,32 и 2,68.

Согласно данным в приложении 20, средняя длина корешков гороха сорта «Детский» на 3 сутки проращивания в контрольном варианте составляла  $1,7 \pm 0,40$  см. Самая максимальная длина наблюдалась в варианте опыта с применением наночастиц партии «М», концентрацией 4,2 мг/л и составляла  $2,3 \pm 0,62$  см. Так же, на 6 сутки проращивания средняя длина составляла  $2,3 \pm 0,62$  см. Максимальная длина наблюдалась в варианте опыта с применением наночастиц партии «М», с концентрацией 8,4 мг/л и составляла  $3,0 \pm 0,10$  см.

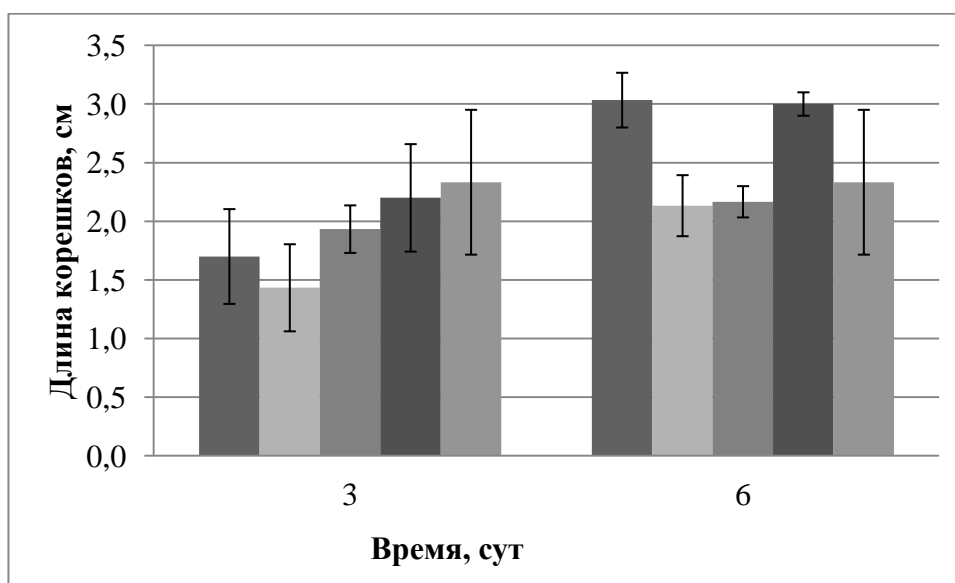


Рисунок 10 – Длина корешков проростков семян гороха сорта «Детский» на 3 и 6 сутки проращивания в экспериментальных условиях при воздействии биогенных наночастиц ферригидрита.

Сравнение средних значений с применением критерия Стьюдента выявил значимые отличия на 6 сутки, в варианте с применение частиц партии «Ж» концентрации 10,7 мг/л и 5,35 мг/л и составил 2,57 и 3,23.

Согласно данным в приложении 21, средняя длина корешков гороха сорта «Иловецкий» на 3 сутки проращивания в контрольном варианте составляла  $2,9 \pm 0,13$  см. Самая максимальная длина наблюдалась в варианте опыта с применением наночастиц партии «Ж», концентрацией 5,35 мг/л и составляла  $2,4 \pm 0,21$  см. Так же, на 6 сутки проращивания средняя длина составляла  $4,8 \pm 0,15$ . Максимальная длина наблюдалась в варианте опыта с применением наночастиц партии «М», с концентрацией 8,4 мг/л и составляла  $2,9 \pm 0,84$  см.

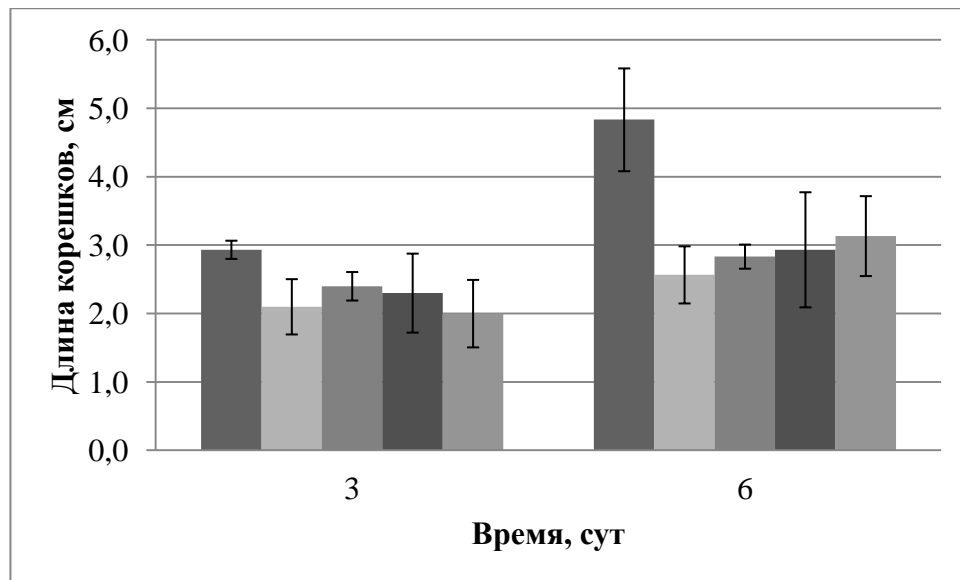


Рисунок 11 – Длина корешков проростков семян гороха сорта «Иловецкий» на 3 и 6 сутки проращивания в экспериментальных условиях при воздействии биогенных наночастиц ферригидрита

Сравнение средних значений с применением критерия Стьюдента выявил значимые отличия на 6 сутки, в варианте с применением частиц партии «Ж» концентрации 10,7 мг/л и 5,35 мг/л и составил 2,64 и 2,59.

### 3.3.Зараженность и бактериозы семян, характеристика бактерий

В ходе экспериментальных работ по проращиванию семян бобовых культур (соя, горох, бобы, люпин, клевер) с добавлением биогенных наночастиц ферригидрита, наблюдалось угнетение семян.

Таким образом, провели диагностику микроорганизмов возбудителей поражения семян, при консультировании д.б.н профессора С.В Хижняка. На семенах сои и гороха были обнаружены бактерии. Мелкие подвижные не спорообразующие палочки, одиночные и в парах, так же возбудители бактериоза – р. *Xanthomonas*, *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (Smith) Dye - Обыкновенная пятнистость фасоли.

Так же в ходе диагностики были найдены спорообразующие бактерии, предположительно р. *Bacillus*.

#### *Краткая характеристика р. Xanthomonas, р. Bacillus*

Клетки *X. campestris* pv. *phaseoli* . прямые палочки, обычно 0,3-0,6 x 1,9-3,0 мкм, подвижные посредством полярного жгутика. Грамотрицательные. Аэроб. На твердых питательных средах выпуклые колонии (с гладким краем и кремово-серого цвета) появляются после 3-7, даже 10 суток. Со временем они приобретают желтую окраску (с зеленоватым оттенком). Оптимальная температура для роста 25-28 С. Бактериоз поражает все надземные органы растения, особенно листья. Признаком начальной фазы служит появление на листьях маленьких округлых светло-желтых пятен. Со временем пятна

увеличиваются в размерах и приобретают коричневую окраску. На стеблях появляются продолговатые коричневые пятна со светло-коричневым оттенком. На бобах образуются мелкие разрастающиеся темно-зеленые пятна. На семенах формируются светло-коричневые и бурые пятна различной формы и величины. При раннем поражении большое зерно становится недоразвитым, сморщенным и щуплым, хотя часть больных семян по внешнему виду не отличается от здоровых [6].

Бациллы — свободноживущие, одноклеточные, аэробные, палочковидные клетки, образующие типичные эндоспоры. Относятся к гетеротрофным организмам. Размножаются поперечным делением клеток. Ветвление и почкование клеток как способ размножения не отмечены. Поперечный размер клеток варьирует в пределах 0,4—2 мкм. Вегетативные клетки имеют вид прямых или слабоизогнутых палочек с параллельными сторонами и округлыми концами, которые в редких случаях резко обрезанные. На твердых питательных средах образуются колонии от 1—2 до 5 мм и более в диаметре: гладкие, зернистые, пленчатые, складчато-морщинистые и сухие, слизеобразующие и пастообразные с характерной структурой края. При развитии на жидких средах обнаруживается тенденция к образованию поверхностной пленки[11].

#### *Зараженность семян и проростков*

Развитие растений определяется комплексным взаимодействием ряда экологических факторов, в том числе и наличием паразитических организмов. Бобовые растения подвержены ряду заболеваний, среди которых значительное место занимают заболевания, вызванные бактериями. В связи, с чем было проведено обследование состояния семян бобовых культур (соя, горох, бобы, люпин, клевер).

При анализе использовались 2 метода выявления заражённости: метод прямого учёта и метод влажной камеры. Обследование проводилось на третьи, шестые и десятые сутки проращивания семян.

Метод прямого счёта показал, что внешне семена бобовых (соя, горох, бобы, люпин, клевер) не заражены. Следует сказать, о том что у люпина сорта «Руссель» и клевера «Ривендел», бобов сорта «Белорусский» зараженности не наблюдалось ( Приложение А ,Таблица А1)

Метод влажной камеры позволил оценить зараженность семян бактериями, семена в контроле были не заражены во всех вариантах на 3 и 6 сутки, после чего заражённость на 10 сутки наблюдалась в сое сорта «Зарница» 34% и «Сибниик-315» 67%, а так же 100 % в горохе «Детский» и «Иловецкий».

При воздействии наночастиц партии «М» зараженность наблюдалась на 3,6 и 10 сутки в сое горохе, так с 31% она возросла до 100% и полной гибели семян. Так же действие частиц партии «Ж» оказывало свое влияние на сою и горох, заметное заболевание наблюдалось на 3,6 и 10 сутки, с 33 % зараженность возросла до 100%.



## ВЫВОДЫ

1. В ходе проделанной работы биогенные наночастицы ферригидрита оказывали угнетающие действие на семена сои и гороха. Эффект стимулирования наблюдается у семян бобов, люпина и клевера с применением наночастиц ферригидрита.
2. На скорость роста корешков проростков достоверное стимулирующее влияние имели наночастицы типа «М» у сортов сои, частицы типа «Ж» оказывали влияние на сорта гороха.
3. Степень зараженности вызвана ускоренным развитием поражений сои и гороха в присутствии биогенных наночастицах ферригидрита с 30 % на третьи сутки до 100 % на десятые сутки, а для люпина, клевера и бобов заражённость не зарегистрирована.
4. В условиях эксперимента были выявлены факторы заболевания сои и гороха – возбудители р. *Xanthomonas*, р. *Bacillus*.
5. Биогенные наночастицы ферригидрита не могут быть использованы для стимулирующего эффекта проращивания семян сои и гороха в связи с эффектом развития бактериозов.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Абрикосов Х. Н. Конские бобы // Словарь-справочник пчеловода / Сост. Федосов Н. Ф.. — М.: Сельхозгиз, 1955. — С. 149.
2. Агроэкологический атлас России и сопредельных стран: экономически значимые растения, их вредители, болезни и сорные растения [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.agroatlas.ru>
3. АН СССР М.В Горленко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л.: Колос. Ленингр. отд-ние, 1980. - 319 с.
4. Анпилогов, В.Н. К проблеме восстановления почвы, загрязненной нефтепродуктами на военных объектах / В.Н. Анпилогов, М.Е.Баранов, О.А.Платонов // Экономика природопользования и природоохраны: сборник статей XI Международной научно-практической конференции . — Пенза, 2008. — С. 120–122.
5. Бактериальные болезни растений /под ред. В.И. Израильского – М.: Колос, 1979.
6. Бактериозы зернобобовых культур и меры борьбы с ними. / Методические рекомендации. Ред. Павлюшин В.А. СПб.: ВИЗР, 2006. 41 с.
7. Балабанов, В. И. Нанотехнологии. Наука будущего / В. Балабанов. — Москва : Эксмо, 2009. — 256 с.
8. Балабанов, В. И. Нанотехнологии. Правда и вымысел/ В. Балабанов. — Москва : Эксмо, 2010. — 384 с.
9. Бенкен, И. И. Антипитательные вещества белковой природы в семенах сои / И. И. Бенкен, Т. Б. Томилина // Науч.-техн. бюлл. / ВИР. — С-Пб., 1985. — Вып. 149. — С. 3-10.
10. Бернардино де Саагун. Общая история о делах Новой Испании. Книги X-XI: Познания астеков в медицине и ботанике / Под ред. и в пер. С. А. Куприенко. — Киев: Видавець Купрієнко С. А., 2013. — 218 с.
11. Большая энциклопедия нефти и газа[Электронный ресурс]. — Режим доступа://[www.ngpedia.ru/id169531p1](http://www.ngpedia.ru/id169531p1)
12. Всё о лекарственных растениях на ваших грядках / Под ред. С. Ю. Раделова. — СПб: ООО «СЗКЭО», 2010. — С. 10—13. — 224 с.
13. Всё о лекарственных растениях на ваших грядках / Под ред. С. Ю. Раделова. — СПб.: ООО «СЗКЭО», 2010. — С. 80—82. — 224 с.
14. Гордеев, Ю.А. Нанотехнологии в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]/ Ю.А Гордеев// Нанотехнологическое общество России [сайт]. -Режим доступа: <http://rusnor.org/pubs/presentations/10398.htm>
15. Горленко, М.В. Бактериальные болезни растений/ М.В.Горленко.- М.: Высшая школа, 1966.- 292 с.
16. ГОСТ 12038-84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести.- Введ. 01.07.1986. — Москва: Стандартинформ, 2011. — 30 с.

17. ГОСТ 12044-93 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями.- Взамен ГОСТ 12044-81; введ. 01.01.1995. – Москва: Стандартинформ, 2011. – 55 с.
18. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. М., 2004. - С. 54-55
19. Губанов, И. А. Иллюстрированный определитель растений Средней России/ И.А. Губанов, К.В. Киселёва, В.С. Новиков, В.Н. Тихомиров// Т. 2. Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). — Москва,2003. - С. 460.
20. Губанов, И. А. Иллюстрированный определитель растений Средней России/ И.А. Губанов, К.В. Киселёва, В.С. Новиков, В.Н. Тихомиров// Т. 2. Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). — Москва,2003. - С. 473.
21. Губанов, И. А. Иллюстрированный определитель растений Средней России/ И.А. Губанов, К.В. Киселёва, В.С. Новиков, В.Н. Тихомиров// Т. 2. Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). — Москва,2003. - С. 451.
22. Долгачева, В.С. Растениеводство. – М.: Академия, 1999. – 368 с.
23. Елисеева, Т.В. Основные подходы и роль биоремедиации в восстановлении нефтезагрязненных почв / Т.В. Елисеева, М.Е. Баранов // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки: Всероссийская научно-практическая конференция (с международным участием). Сборник статей студентов, аспирантов и молодых ученых. - Красноярск: Сиб ГТУ, том 2, 2013. – С. 170-173.
24. Енкен, В. Б. Соя. /В. Б. Енкен / М. Гос. изд-во с.-х. лит-ры. 1959. — 653 с.
25. Зеленцов, С. В. Современное состояние систематики культурной сои *Glycine max* (L.) Merrill / С. В. Зеленцов, А. В. Кочегура // Масличные культуры : Научно - технический бюллетень. — Всероссийского научно - исследовательского института масличных культур, 2006. — № 1(134).
26. Корзун О.С. Практическое руководство по освоению интенсивной технологии возделывания гороха в условиях Беларуси. – Гродно: УО «ГГАУ», 2004. – 21 с.
27. Корсаков, Н. И. Соя /Н. И. Корсаков, Ю. П. Мякушко / Л.: ВНИИ растениеводства, 1975. — 160 с.
28. Котов, В. Люпин многолистный/ В. Котов // Цветоводство. - 2008. — № 6. — С. 30—32.
29. Кудрявцева, Е.А. Влияние различных форм железа на прорастание семян *Triticum aestivum* L./ Кудрявцева Е.А., Анилова Л.В., Кузьмин С.Н., Шарыгина М.В. // Вестник Оренбургского государственного университета .- 2013.-№ 6.- С.46-48.
30. Ладыгина, В.П. Получение, структура и магнитные свойства железосодержащих наночастиц, синтезируемых бактериями: автореф. дис. ...

канд. физ.-мат. наук: 01.04.07 / Ладыгина Валентина Петровна. – Красноярск, 2011. – 22 с.

31. Марчик, Т. П. Почвоведение с основами растениеводства: учеб. пособие / Т. П. Марчик, А. Л. Ефремов – Гродно : ГрГУ, 2006.

32. Математика: методические указания к аудиторной работе для студентов 1 курса, обучающихся по специальности 060105 - стоматология /Н.Г. Шилина, И.М. Попельницкая, Л.А. Шапиро. - Красноярск: типография КрасГМУ, 2009.- 121 с.

33. Петибская В. С. Соя: качество, использование, производство. / В. С. Петибская, В. Ф. Баранов, А. В. Кочегура, С. В. Зеленцов // М.: Аграрная наука. 2001, — 64 с.

34. Плохинский, Н.А. Биометрия / Н.А Плохинский-М: МГУ, 1970.- 376с.

35. Поллард. Дж "Вычислительные методы в прикладной статистике" , М . :Мир,1982г.

36. Постановление Правительства Российской Федерации от 2 августа 2007 г. N 498 "О федеральной целевой программе "Развитие инфраструктуры nanoиндустрии в Российской Федерации на 2008-2010 годы"//«Собрание законодательства РФ»,от 13.08.2007, № 33 ст. 4205.

37. Постановление Правительства Российской Федерации от 2 августа 2007 г. N 498 "О федеральной целевой программе "Развитие инфраструктуры nanoиндустрии в Российской Федерации на 2008-2010 годы"//«Собрание законодательства РФ»,от 13.08.2007, № 33 ст. 4205.

38. Растениеводство / Г.С.Посыпанов, В.Е.Долгодворов, Г.В.Коренев; под ред. Посыпанова Г.С. – М.: Колос, 1997. – 448

39. Русские бобы // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона : в 86 т. (82 т. и 4 доп.). — СПб., 1890—1907.

40. Справочник по защите растений /под ред. А.О. Сагитова, Ж.Д.Исмухамбетова – Алматы: РОНД, 2004.

41. Справочник по технологии наночастиц / Перевод с англ.; ред. Масуо Хосокава, Кийоши Ноги, Макио Наито, Тойоказу Йокояма. М.: Научный мир, 2013. 730 с.

42. Теплякова, Т. Е. Соя / Т. Е. Теплякова // В сб.: Теоретические основы селекции. Том. III. Генофонд и селекция зерновых бобовых культур (люпин, вика, соя, фасоль) / Под ред.: Б. С. Курловича и С. И. Репьева — С-Пб., ВИР, 1995 — С. 196—217.

43. Учебные материалы [Электронный ресурс]. – Режим доступа:// <http://works.doklad.ru/view/SvQek-30VqM/3.html>

44. Ф. Фейн- ман. Внизу полным-полно места: приглашение в новый мир физики.– Российский химический журнал. Перспективы нанотехнологии, том XLVI, № 5, 2002, с. 4–6).

45. Федеральный закон РФ от 19.07.2007 №139-ФЗ (ред от 31.05.2010) «О Российской корпорации нанотехнологий»// «Собрание законодательства РФ»,от 23.07.2007, №30 ст. 3753.

46. Хижняк, С.В. Микробиологические характеристики и фитотоксичность загрязненного мазутом грунта в поселке кедровый / С.В. Хижняк, Г.А. Демиденко, А.Г. учкин, М.Е. Баранов // Вестник Красс ГАУ-Красноярск, 2013.-№7(60), С.205-210
47. Craig Bartels Ph.D., Kirk Lai, Mark Wilf Ph. D. New Generation of Low Fouling Nanofiltration Membranes // April, 2007 EDS Conference, Halkidiki, Greece
48. Drexler K.E. Engines of creation. The Coming Era of Nanotechnology. – Anchor Books Double-day, N.Y., USA, 1986.
49. Drexler K . E. Nanosystems: Molecular Machinery, Manufacturing and Computation/К. Е. Drexler. — NY: John Wiley and Sons, 1992.
50. Jeonghwan, Kim. The use of nanoparticles in polymeric and ceramic membrane structures: Review of manufacturing procedures and performance improvement for water treatment/ Kim Jeonghwan, Bart Vander Bruggen // Environmental Pollution. - 2010. - № 158. - с. 2335-2349.
51. Quevedo, Jose. Agglomerates and granules of nanoparticles as filter media for submicron particles/ Jose Quevedo, Gaurav Patel, Robert Pfeffer, Rajesh Dave. // Powder Technology. - 2008. - № 183. - с. 480-500
52. U.S. Environmental Protection Agency. Nanotechnology White Paper - EPA 100/B-07/001, February 2007. - 136 с.