

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Казанский государственный аграрный университет»

Институт агробиотехнологий и землепользования

Кафедра агрохимии и почвоведения

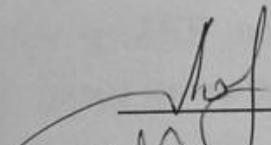
МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение
(Направленность (профиль) подготовки «Экология почв и
продовольственная безопасность»)

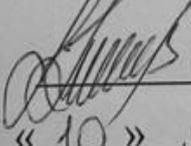
на тему: **АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИЁМОВ
ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ГОРОХА**

Магистрант: Ахунова Диля Робертовна

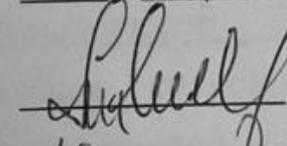
Научный руководитель -
к.с.-х.н., доцент


Михайлова М.Ю.
«10» января 2025 г.

Допущена к защите -
зав. выпускающей кафедры, доцент


Миникаев Р.В.
«10» января 2025 г.

Руководитель магистерской
программы, д.с.-х.н. профессор


Гилязов М.Ю.
«10» января 2025 г.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

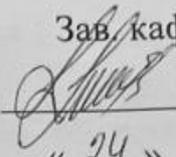
ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»

Институт агробиотехнологий и землепользования

Кафедра агрохимии и почвоведения

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой доцент, д.с.-х.н.


Р.В. Миникаев

« 24 » ноября 2022 г.

Задание на подготовку магистерской диссертации

1. Фамилия, имя, отчество студента Ахунова Диля Робертовна

2. Тема ВКР: «Агроэкологическая оценка приёмов повышения урожайности гороха»

3. Срок сдачи законченной работы «10» 01 2025 г.

4. Перечень подлежащих разработке в ВКР вопросов (краткое содержание отдельных разделов и календарные сроки их выполнения):

а) Введение

Горох – ценная зернобобовая культура, обладающая высокой пищевой и кормовой ценностью. Повышение урожайности гороха является важной задачей для обеспечения продовольственной безопасности. Однако традиционные приемы интенсификации сельского хозяйства часто приводят к негативным экологическим последствиям, в частности, к загрязнению атмосферы. Поэтому актуальным является поиск и оценка экологически чистых технологий повышения урожайности. Данная работа направлена на анализ влияния различных приемов на агроэкологическую ситуацию.

б) Обзор литературы

Биологические особенности гороха и факторы, влияющие на его урожайность.

Влияние агротехнических приемов (например, удобрения, обработка почвы, севооборот) на урожайность гороха.

Методы оценки выбросов аммиака и летучих органических соединений (ЛОС) из сельскохозяйственных угодий.

Влияние сельскохозяйственной деятельности на качество атмосферного воздуха.

Существующие экологически чистые технологии в выращивании гороха.

в) Методика и условия проведения исследования.

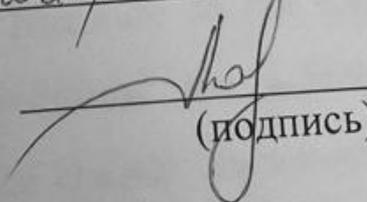
Определить цель и задачи исследования. Разработать схему экспериментов и определить перечень необходимых наблюдений и измерений. Закладка и проведение полевого опыта: внесение удобрений в почву. Описать проведение полевого опыта: внесение удобрений в почву. Описать методику закладки и проведения исследования, методы анализа (февраль – март 2021 г.).

г) Результаты исследования.

Обобщить информацию и оценить по влиянию удобрений на урожайность гороха. Рассчитать экономическую эффективность возделывания. Сформулировать основные выводы и уточнить список использованной литературы. Оформить выпускную квалификационную работу с соблюдением соответствующих требований

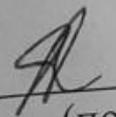
5. Дата выдачи задания «24» ноября 2022 г.

Научный руководитель


(подпись)

Михайлова М.Ю.

Задание принял к исполнению

 24.11.2022
(подпись студента)

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	7
1.1. СВЕДЕНИЯ О КУЛЬТУРЕ	7
1.2. БОТАНИЧЕСКИЕ И МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГОРОХА	10
1.3. ОТНОШЕНИЕ ГОРОХА К ЭЛЕМЕНТАМ ПИТАНИЯ	12
1.4. АЗОТФИКСАЦИЯ ГОРОХА	16
1.5 РОЛЬ МИКРОУДОБРЕНИЙ И НЕТРАДИЦИОННЫХ ФИТОРЕГУЛЯТОРОВ В СИМБИОТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БОБОВЫХ КУЛЬТУР	20
2. ОБЪЕКТ, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ..	24
2.1. ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТА ВАРИС	24
2.2. АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ МЕСТА ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА	26
2.3 СХЕМА ОПЫТА И АГРОТЕХНИКА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГОРОХА	35
2.4 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ПОЛЕВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ И ЛАБОРАТОРНЫХ АНАЛИЗОВ	37
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	40
3.1. ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ СЕМЯН НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН ГОРОХА	40
3.2. РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ ГОРОХА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВНЕСЕНИЯ БАКТЕРИАЛЬНОГО, МИКРО - И МАКРОУДОБРЕНИЙ.	44
3.3 УРОЖАЙНОСТЬ СЕМЯН И СТРУКТУРА УРОЖАЯ ГОРОХА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ	53
4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИЗУЧАЕМЫХ ПРИЁМОВ	47
5. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	50
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	54
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	55
ПРИЛОЖЕНИЕ	59

ВВЕДЕНИЕ

Среди всех регионов России Среднее Поволжье занимает ведущую позицию в промышленном производстве гороха на товарные цели. Тем не менее, показатели урожайности этой культуры в данной местности остаются нестабильными и далекими от желаемых. Современные высокоурожайные сорта нуждаются в комплексном питании, которое достигается путем грамотного применения различных удобрений - как макро- и микроэлементов, так и бактериальных препаратов. Существенным фактором, сдерживающим полноценное развитие гороха, выступает дефицит биодоступных форм молибдена и марганца в почвенном составе.

Современные научные изыскания российских и иностранных исследователей значительно расширили теоретическую базу применения микроэлементных составов, биоудобрений и регуляторов роста растений в агрономической практике (А.А. Молошонок, 2011).

Однако для лесостепной зоны Среднего Поволжья все еще ощущается дефицит как фундаментальных, так и прикладных исследований, касающихся совместного влияния микроэлементов, бактериальных препаратов и других биологически активных веществ на развитие гороха. Это обстоятельство определяет актуальность исследования эффективности комбинированного применения ЖУСС-2 и бактериальных удобрений как способа увеличения урожайности гороховых культур.

В 2024 году на экспериментальных участках Сабинского района были проведены полевые испытания по стандартной методике. Исследование нацелено на разработку экологически безопасных методов повышения продуктивности и качественных характеристик гороха, исключающих использование химических протравителей семян.

Основная задача полевых экспериментов заключается в исследовании синергетического эффекта от применения микроэлементов и ризоторфина при обработке семенного материала. Проводимые исследования нацелены на оптимизацию процессов азотфиксации для повышения урожайности и качественных показателей гороха в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

В ходе работы были поставлены следующие основные задачи:

1. Проанализировать особенности начального развития семян гороха при использовании различных инокулянтов.

2. Оценить воздействие совместного применения микроэлементов, ризоторфина и микроудобрений на фотосинтетические процессы в растениях.

3. Проследить особенности развития и функционирования симбиотического аппарата.

4. Выявить взаимосвязь между разными сочетаниями препаратов (ризоторфин, ЖУСС-2, минеральные удобрения) и продуктивностью культуры, включая качество семенного материала.

5. Рассчитать экономическую целесообразность и энергетическую эффективность внедрения исследуемых элементов в технологию выращивания гороха.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. СВЕДЕНИЯ О КУЛЬТУРЕ

Как отмечает в своих работах Тедеев А.А. (2015), горох занимает важное место в мировом растениеводстве, особенно в регионах с умеренным климатом. Основными производителями этой культуры выступают Канада, Франция, Китай, Россия, Индия, Украина, Германия и США. Среднемировая урожайность зернового гороха составляет 2,3 т/га, при этом в странах с развитым сельскохозяйственным производством, таких как Франция, Бельгия, Ирландия и Великобритания, удается получать значительно более высокие урожаи - от 4,0 до 5,5 тонн с гектара.

Зотиков (2008) подчеркивает особое значение гороха в структуре российского зернового производства. Культура преимущественно возделывается в нескольких ключевых регионах:

- зона Нечерноземья
- Центрально-Черноземная область
- Сибирский регион (западная и восточная части)
- Уральский регион

Максимальная концентрация посевов наблюдается в Приволжском федеральном округе, где под горох отведено 223,3 тысячи гектаров, а средняя урожайность составляет 2,23 тонны с гектара. Особенно выделяется Республика Татарстан, где в последние годы продуктивность культуры достигла показателей среднемирового уровня.

Работы Макашевой (1979) демонстрируют, что ключевым достоинством гороха является исключительно высокая концентрация полноценного белка в зерне. В сравнении с зерновыми злаками, горох превосходит их по содержанию протеина в 1,5-2 раза, при этом его количество колеблется в пределах 18-28% в зависимости от генетических особенностей сорта. Протеин гороха характеризуется

сбалансированным набором аминокислот, включая все эссенциальные компоненты. Особую ценность представляет высокое содержание лизина (12-16 мг/кг) - критически важной аминокислоты в рационе сельскохозяйственных животных.

Доминирующими компонентами зерна являются углеводные соединения:

- крахмальная фракция (20-50%)
- сахаристые вещества (4-10%)

Дополнительную пищевую ценность гороху придает богатый минеральный состав, включающий такие физиологически значимые элементы как калий, фосфор и кальций.

Существенным преимуществом культуры является ее универсальность в использовании. В пищевой промышленности горох перерабатывается как в крупяные продукты, так и служит ингредиентом для широкого спектра блюд в человеческом рационе.

Согласно исследованиям Фадеевой (2001), в современном агропромышленном комплексе горох преимущественно востребован как кормовая культура. Его значимость для животноводческой отрасли обусловлена высоким содержанием биологически полноценного белка с идеальным соотношением аминокислот. Культура демонстрирует широкий спектр применения:

- используется при производстве зернофуражных смесей
- входит в рецептуры комбикормов
- служит основой для белково-витаминных концентратов
- выращивается в поликультуре для получения зеленой массы
- применяется при заготовке зерносенажа

Булынец (1993) подчеркивает особую диетическую ценность зеленого горошка. Молодые бобы и зеленый горошек отличаются высоким содержанием витаминов В-группы. В одном килограмме продукта содержится значительное количество витаминных

компонентов: от 3 до 5 мг тиамина, 1-1,5 г рибофлавина, 21-24 мг никотиновой кислоты, а также 300-500 мг аскорбиновой кислоты. Дополнительно присутствуют каротин в количестве 4 мг и пантотеновая кислота - 1,2 мг.

Витамины группы В совместно с инозитом играют существенную роль в метаболических процессах и помогают предотвращать развитие атеросклероза. Уникальное сочетание белков, углеводов, биологически активных веществ и минеральных элементов определяет особую ценность зеленого горошка как диетического продукта и полноценного источника растительного протеина.

Исследования Гибла Мирослава (1999) раскрывают инновационное направление применения гороха в производстве экологичных биоразлагаемых полимеров. Наиболее перспективными для этих целей считаются мозговые сорта, обладающие амилазой крахмала с оптимальными пространственно-молекулярными характеристиками. Дианова (1999) описывает разработанные методики переработки горохового зерна в белково-углеводные композиции, применяемые как функциональные добавки в колбасном и кондитерском производстве.

Бойцов (1999) акцентирует внимание на экологической значимости гороха как культуры, оказывающей благоприятное влияние на агроэкосистему. Благодаря симбиотической азотфиксации растения гороха способны накапливать 30-50 кг/га биологического азота, самостоятельно удовлетворяя более половины своей потребности в азотном питании. При этом происходит существенное улучшение азотного баланса почвы для последующих культур севооборота.

В качестве предшественника горох обладает целым комплексом агротехнических достоинств. Формируемый им плотный

листовой полог эффективно защищает почву, а корневая система способствует улучшению почвенной структуры, снижая ее плотность на 0,06-0,09 г/см³ по сравнению с яровыми злаками. Особую ценность представляет возможность оптимизации системы обработки почвы в ротации "горох – озимые", что позволяет существенно сократить энергетические затраты на почвообработку за счет уменьшения ее глубины.

1.2. БОТАНИЧЕСКИЕ И МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГОРОХА

Систематическое положение гороха (*Pisum L.*) в ботанической иерархии определяется его принадлежностью к порядку бобовоцветных (*Fabales*), где он относится к семейству бобовых (*Leguminosae Juss.* или *Fabaceae*), подсемейству лядвенцевых (*Lotoideae*). Большинство возделываемых сортов представлено видом *Pisum sativum L.* Современная таксономическая классификация базируется на комплексном подходе, включающем традиционные методы (морфологический анализ, анатомические исследования, изучение ареалов распространения и культурно-исторических аспектов), а также современные технологии: лингвистический анализ, цитологические, генетические, цитогенетические методы, электрофорез и иммунохимические исследования.

По данным Макашевой (1979), актуальная систематика различает два самостоятельных вида: *P. fulvum* (красно-желтый) и *P. sativum* (посевной). В сельскохозяйственной практике используется исключительно *P. sativum*, охватывающий все разнообразие форм с белыми и окрашенными цветками.

Фундаментальный вклад в систематику культурного гороха внес Говоров (1937), создавший детальную классификацию с выделением 18 агроэкологических групп в рамках трех подвидов. Его система, основанная на биологических характеристиках,

признается более практически значимой, чем чисто ботаническая классификация. Последующие исследования внутривидовой изменчивости *P. sativum* привели к выделению шести подвидов. Современные культурные формы относятся к двум основным подвидам: азиатскому (*P. sativum* subsp. *asiaticum*) и посевному (*P. sativum* subsp. *sativum*), причем последний характеризуется наибольшим разнообразием, включая семь эколого-географических и 13 агроэкологических групп.

1.3. ОТНОШЕНИЕ ГОРОХА К ЭЛЕМЕНТАМ ПИТАНИЯ

Исследования Космыниной (2009) показывают, что, хотя горох и считается достаточно пластичной культурой в отношении почвенных условий, его максимальная продуктивность наблюдается на рыхлых грунтах с показателями объемной массы 1,0-1,2 г/м³ при нейтральном уровне рН (6-7). Наивысшие урожаи получают на черноземных и окультуренных почвах. Культура плохо развивается на тяжелых, уплотненных и закисленных участках. В условиях повышенной плотности почвы корни формируются преимущественно в верхних слоях, что ограничивает доступ к питательным ресурсам нижележащих горизонтов. Такие условия также препятствуют нормальному формированию клубеньков и снижают активность азотфиксирующей микрофлоры.

В сравнении с другими представителями семейства бобовых (соей, люпином) горох имеет специфическую динамику поглощения питательных элементов. К началу цветения горох успевает аккумулировать существенную часть питательных элементов от их общей потребности за вегетацию: фосфора - 30-76%, азота и кальция - 46-50%, калия - 60-68%. В период после цветения снижается поглощение азота и калия, тогда как усвоение фосфора и кальция не прекращается до полной спелости.

Для успешного развития растений гороха требуется определенное соотношение элементов питания: на обычных почвах N:P:K должно составлять 1:1,5:2, а на высокоплодородных - 1:1:1,5. Правильно подобранные дозы фосфора и калия не только увеличивают продуктивность, но и усиливают устойчивость к болезням. При этом достаточное обеспечение калием дополнительно повышает способность растений противостоять засухе.

Согласно исследованиям Немцова (2010), для формирования центнера биомассы, включая солому, горох потребляет следующее

количество элементов питания: азота - 4,5-6,6 кг, фосфора - 1,7-2,5 кг, калия - 3,5-4,0 кг. Эти макроэлементы выступают незаменимыми составляющими ферментативных комплексов, обеспечивающих процессы обмена веществ и фиксации атмосферного азота.

Долгих (2016) подчеркивает прямую зависимость между минеральным питанием гороха и функциональной активностью ризобияльных бактерий. Отличительной чертой бобовых культур является их способность усваивать азот из воздуха благодаря симбиозу с клубеньковыми микроорганизмами. В благоприятных условиях такое взаимодействие обеспечивает фиксацию до 73 килограммов азота на гектар. Азот играет ключевую роль в жизнедеятельности гороха, входя в состав белков, хлорофилла, нуклеиновых кислот и других жизненно важных соединений. Характерно, что любое отклонение от оптимального уровня азотного питания, будь то дефицит или избыток, негативно сказывается на развитии растений и биохимических характеристиках получаемого урожая.

Эффективность внесения стартовых доз азотных удобрений существенно варьирует в зависимости от метеорологических условий вегетационного периода, причем прибавка урожайности может составлять от 3 до 107%. При этом комплексное внесение всех необходимых элементов питания показывает более высокую экономическую отдачу в сравнении с использованием только фосфорно-калийных удобрений.

Расчет необходимой нормы азотных удобрений требует комплексного анализа нескольких параметров: общего азотного фонда почвы, массы растительных остатков в пахотном слое и интенсивности деятельности микроорганизмов.

Исследования Гуковой (1968) показывают, что горох активно поглощает фосфор на протяжении первых восьми этапов

органогенеза, причем этот процесс не прекращается до полного вызревания растений. Недостаточное фосфорное питание нарушает нормальное развитие репродуктивных органов и затягивает процесс созревания семян.

Внесение фосфорсодержащих удобрений обеспечивает двойной агрономический эффект: стимулирует развитие корневого аппарата и интенсифицирует деятельность азотфиксирующих бактерий в клубеньках.

Пик аккумуляции фосфора в тканях гороха совпадает с фазой цветения. В этот период скорость усвоения P_2O_5 напрямую зависит от обеспеченности растений азотом и фосфором. Практика показывает, что комбинированное применение этих элементов питания дает более высокие результаты в сравнении с их отдельным внесением.

Оптимальное обеспечение калием выполняет несколько важных функций в жизнедеятельности растений: усиливает сопротивляемость засухе и патогенам, улучшает обменные процессы. Калийное голодание проявляется в отмирании тканей на нижних листьях, а его избыточное содержание стимулирует ускоренное образование и созревание плодов.

На легких почвах при внесении небольших доз калийных удобрений растения практически полностью усваивают этот элемент до начала цветения. Высокий уровень обеспеченности калием позволяет продлить его поглощение до завершения вегетации. Дефицит калийного питания в период плодообразования приводит к нарушениям в системе транспортировки азотсодержащих веществ из листового аппарата в формирующиеся бобы.

В работах Кидина (2016) обосновывается рациональность внесения известковых материалов под культуру-предшественник гороха. Данный подход позволяет комплексно решить несколько

проблем: нормализовать рН почвенного раствора, восполнить недостаток магния и повысить доступность фосфорных и калийных удобрений для растений.

Как свидетельствуют работы Белоголовцева (2014), внесение только макроэлементов (NPK) не обеспечивает получение наилучших результатов без дополнительного использования микроэлементов. Особую роль играет молибден, который улучшает процессы накопления биологического азота как в почве, так и в тканях гороха, что положительно сказывается на количестве и качестве получаемого урожая.

Дворецкая и Любич (1999) отмечают, что в современном аграрном секторе четко прослеживается направленность на внедрение биологических методов и экологизацию производства. В этом свете особую значимость приобретает практика органического удобрения (внесения навоза) под предшествующие культуры в основных зонах горохосеяния.

1.4. АЗОТФИКСАЦИЯ ГОРОХА

Одной из важнейших биологических особенностей гороха является его способность вступать в симбиотические отношения с ризобиальными бактериями. Эффективность симбиотических отношений определяется рядом ключевых факторов:

- кислотность почвы не должна превышать рН 5,5
- уровень почвенной влаги следует поддерживать в пределах 60-70% от ППВ на всех этапах вегетации
- почвенная структура должна обеспечивать надлежащую аэрацию при плотности 1,0-1,25 г/см³
- обязательно наличие вирулентных штаммов клубеньковых бактерий

При соблюдении этих условий горох способен удовлетворять до 55% своей потребности в азоте за счет его фиксации из атмосферы. В реальных производственных условиях этот показатель варьирует в пределах 20-60 кг/га.

Процесс азотфиксации начинается с момента формирования 2-3 настоящих листьев и при благоприятных условиях продолжается вплоть до созревания растений. Результативность этого процесса находится в прямой зависимости от агротехнических условий и жизнеспособности растений.

Муравин (2003) указывает, что определяющей характеристикой ризобиальных бактерий является их способность к усвоению атмосферного азота и его передаче растению-партнеру. Благодаря такому симбиозу горох может получать от 40 до 80% требуемого азотного питания. Эффективные бактериальные штаммы образуют розоватые клубеньки, концентрирующиеся преимущественно на центральном корне. В противоположность этому, малоэффективные штаммы характеризуются формированием небольших клубеньков белесого, сероватого или зеленоватого

оттенка, хаотично распределенных по корневой системе.

Повышение эффективности азотфиксации достигается посредством предпосевной обработки семенного материала специализированными бактериальными препаратами. Применение нитрагина или ризоторфина способствует увеличению количества клубеньков на корнях растений.

Исследования Посыпанова Г.С. (1991) и Дозорова А.В. (1992) демонстрируют положительное влияние инокуляции на урожайность гороха. Особенно заметный эффект наблюдается при внедрении культуры в новых регионах и на полях, где бобовые ранее не культивировались.

В научной литературе особо отмечается определяющее значение почвенной влагообеспеченности для нормального образования и функционирования клубеньковой системы. Наилучшие показатели развития гороха и его продуктивности достигаются при поддержании влажности грунта на уровне 60% от показателя наименьшей влагоемкости.

Исследования Посыпанова Г.С. (1979) демонстрируют, что в большинстве российских агроклиматических регионов температурный фактор играет менее значимую роль в эффективности симбиотических процессов. Однако ученым была выявлена четкая корреляция между уровнем кислотности почвы и урожайностью бобовых культур. Оптимальные условия для развития симбиотического комплекса наблюдаются на почвах со слабокислой и нейтральной реакцией среды, где показатель рН находится в диапазоне 6,5-7,0.

Высокая продуктивность гороха и эффективное азотное питание растений достигаются при наличии вирулентных и активных штаммов ризобий, способствующих формированию полноценного симбиотического аппарата.

Как отмечают Тагиров М.Ш. и Фадеева А.Н. (2013), для реализации потенциальной урожайности гороха необходим комплексный подход к его возделыванию. Успех определяется рациональным выбором предшественника и сорта, оптимизацией питательного режима, качественной подготовкой почвы, соблюдением агротехнических требований при посеве и уходе за посевами, эффективной защитой растений, своевременной уборкой и правильной подготовкой семенного материала.

В экосистеме агроценоза клубеньковые бактерии реализуют целый комплекс важных функций. Наряду с основной задачей - связыванием азота из воздуха, эти микроорганизмы синтезируют широкий спектр биоактивных соединений: фитогормоны (ауксины и гиббереллины), витаминные комплексы и антибиотические вещества, обеспечивающие стимуляцию растительного роста и развития. На основе этих полезных микроорганизмов создаются бактериальные препараты для обогащения почвенной микрофлоры.

Первый опыт использования очищенных культур клубеньковых бактерий относится к концу XIX века: в 1897 году исследователи Ф. Ноббе и Л. Гильтнер создали пионерный микробиологический препарат - нитрагин. Применение водных растворов этого средства для предпосевной обработки семян бобовых продемонстрировало значительную результативность. Как отмечает Артюшин (1984), современное аграрное производство располагает обширным ассортиментом бактериальных удобрений различного состава и агрегатного состояния. Наиболее практичными считаются сухие препараты (нитрагин и ризоторфин), которые удобны в применении и транспортировке.

В современном сельском хозяйстве особую популярность приобрел ризоторфин - высокоэффективное бактериальное удобрение, представляющее собой активную культуру клубеньковых

бактерий на торфяном носителе. Исследования Терещенко (2003) показывают многогранное действие этого биопрепарата: он активизирует формирование клубеньков, совершенствует азотный обмен у бобовых растений, укрепляет их иммунитет к патогенам и позитивно сказывается на состоянии почвы. Ризоторфин представляет собой торфяную массу в порошкообразной форме, обогащенную селективными штаммами клубеньковых микроорганизмов. Особенно впечатляющие результаты демонстрирует его применение на горохе, сое, люпине и люцерне. При освоении новых территорий под выращивание гороха использование ризоторфина обеспечивает дополнительный сбор до 6 центнеров с гектара, одновременно улучшая биохимический состав зерна, в первую очередь - белковую составляющую.

Успешность применения микробиологических удобрений существенно зависит от корректного выбора бактериальных штаммов, демонстрирующих стабильную азотфиксацию даже при неблагоприятных внешних факторах. В российских коллекционных фондах хранится 500 культур клубеньковых бактерий, выведенных преимущественно методами аналитической селекции для различных бобовых культур. Достижения российских специалистов в области микробиологии получили мировое признание, что подтверждается включением 150 штаммов в международный каталог. В своих исследованиях Войнов (2009) акцентирует внимание на важности изучения плазмид при селекции азотфиксирующих микроорганизмов, поскольку именно эти генетические структуры определяют способность клубеньковых бактерий к симбиотическим взаимодействиям. Способность плазмид к межвидовому транспорту генетического материала открывает новые горизонты в геномной инженерии, делая возможным создание почвенных микроорганизмов с программируемыми свойствами.

1.5 РОЛЬ МИКРОУДОБРЕНИЙ И НЕТРАДИЦИОННЫХ ФИТОРЕГУЛЯТОРОВ В СИМБИОТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БОБОВЫХ КУЛЬТУР

Азотфиксация у бобовых культур - сложный симбиотический процесс, который невозможен без участия комплекса микроэлементов, включающего молибден, бор, кобальт, медь и марганец.

Особая роль в этом процессе принадлежит молибдену, являющемуся компонентом ферментной системы, обеспечивающей фиксацию атмосферного азота. Данный микроэлемент выполняет комплекс важных функций: участвует в преобразовании азотсодержащих веществ в растительных клетках, повышает эффективность работы хлорофилла и катализирует витаминообразование. В сельскохозяйственной практике чаще всего применяют предпосевное насыщение посевного материала аммонийно-молибденовой солью.

Железо также выступает ключевым элементом в процессе фиксации азота. Оно служит структурным элементом в молекуле леггемоглобина и является неотъемлемой частью ферментного комплекса оксидоредуктаз, обеспечивающих протекание окислительно-восстановительных процессов.

В работах Жизненской (1972) подчеркивается значимость меди в окислительно-восстановительном метаболизме, где она способствует формированию леггемоглобина и образованию аминокислотных соединений.

Максимальная урожайность гороха достижима лишь при соблюдении баланса микроэлементов, особенно критичны уровни молибдена и марганца. Любое отклонение в концентрации одного компонента - как избыточное, так и недостаточное - нарушает усвоение остальных элементов питания.

Исследования Малышевой (2009) демонстрируют существенные преимущества предпосевного обогащения семян гороха и других бобовых микроэлементными составами. К фазе бутонизации-цветения наблюдается прирост количества корневых клубеньков до 50%. Параллельно активизируется работа нитрогеназного комплекса, что интенсифицирует азотфиксацию и, соответственно, ведет к увеличению продуктивности растений.

Козырев и Фарниев (1999) в своих исследованиях отмечают, что внесение микроэлементов при выращивании многолетних бобовых культур существенно усиливает процессы азотфиксации и повышает эффективность симбиотических взаимодействий.

Эксперименты, проведенные в Орловском государственном университете, продемонстрировали положительное влияние природного физиологически активного соединения на бобово-ризобиальный симбиоз. Это вещество, участвующее в метаболических процессах растений, при использовании в качестве инокулянта семян не только стимулирует ферментативную активность, но и способствует увеличению массы клубеньков и повышению активности нитрогеназы в них, что в конечном итоге приводит к росту урожайности.

Однако, как отмечают Сафиоллин, Гайсин и Миннулин (2001), использование классических микроудобрений в форме солей микроэлементов не всегда эффективно. Это связано с тем, что данные соединения могут трансформироваться в почве в формы, труднодоступные для усвоения растениями.

В сельскохозяйственной практике Республики Татарстан в последнее время активно применяются хелатные соединения - комплексы органических веществ с ионами микроэлементов. В регионе освоен выпуск инновационных хелатных микроудобрений, объединенных под брендом ЖУСС (расшифровывается как "Жидкий

удобрительный стимулирующий состав"). Наши полевые испытания были сфокусированы на оценке агрономической результативности одного из представителей этой линейки - препарата ЖУСС-2.

ЖУСС-2 представляет собой концентрированную жидкую композицию, содержащую медь и молибден в хелатной форме, что обеспечивает их высокую биологическую доступность для растений. Препарат разработан для двух способов применения: предпосевной обработки семенного материала и внекорневой подкормки вегетирующих растений.

Химический состав препарата характеризуется следующими параметрами:

- концентрация меди: 32-40 г/дм³
- концентрация молибдена: 14-22 г/дм³
- плотность при 20°C: не ниже 1100 кг/м³
- pH: 10-11

Препарат ЖУСС-2 обладает комплексным действием: сокращает период созревания культур и усиливает их иммунитет, что существенно снижает подверженность различным заболеваниям, включая мучнистую росу, фитофтороз, черную ножку, паршу и листовую пятнистость.

Особое значение в составе препарата имеет молибден - микроэлемент, играющий ключевую роль в азотном цикле земледелия. Его функции в растительном организме многообразны: он участвует в метаболизме углеводов, белков, фосфора и кальция, способствует образованию хлорофилла и синтезу витаминов. Являясь компонентом окислительно-восстановительных ферментов, молибден регулирует энергетический обмен растений. Этот микроэлемент критически важен для азотного обмена, формирования аминокислот и белковых соединений. Кроме того, молибден

повышает устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды: ночным температурным колебаниям, жаре и недостатку влаги. При дефиците молибдена нарушаются метаболические процессы, что приводит к накоплению нитратов в растительных тканях.

В ходе нашего исследования изучалось комплексное воздействие различных факторов на развитие и продуктивность гороха. Научные публикации свидетельствуют о положительном влиянии инокуляции семян ризоторфином на урожайность культуры. В ходе исследования изучалось воздействие трех способов обработки на показатели роста и развития гороха, его урожайные характеристики и качество зерна. Испытывались следующие варианты: монообработка ризоторфином, совместное применение ризоторфина и препарата ЖУСС-2, а также рядковое внесение минеральных удобрений.

2. ОБЪЕКТ, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ССЛЕДОВАНИЙ

2.1. ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТА ВАРИС

Сорт гороха Варис - результат кропотливой работы селекционеров Татарского НИИ сельского хозяйства. После успешного прохождения всех испытаний в 2009 году его включили в официальный Государственный реестр селекционных достижений России. Согласно документации (Фадеева, 2009), культивирование этого сорта рекомендовано для двух географических зон - Средневолжского и Центрального регионов.

Появлению Вариса предшествовал длительный процесс селекции, в основе которого лежало скрещивание двух родительских форм - сортов Казанец и Казанский 38. Дальнейшая работа включала многоэтапный индивидуальный отбор наиболее перспективных растений. Ботанически сорт классифицируется как представитель разновидности *ekaduco-cirrosu*m.

Главной морфологической особенностью Вариса является его уникальная листовая архитектура: вместо традиционных листовых пластин растение формирует разветвленную систему усиков, что характеризует его как безлисточковый (усатый) морфотип. Такая морфологическая особенность обеспечивает высокую устойчивость растений к полеганию в посевах, что существенно повышает хозяйственную ценность сорта.

Морфологически растения характеризуются компактным строением: длина стебля достигает 65 см при средней длине междоузлий 4 см. На растении формируется 16-17 междоузлий, причем первое соцветие закладывается на уровне 13-14 междоузлия. На растении выделяются массивные прилистники полусердцевидного очертания, покрытые характерным сизоватым налетом воска. Цветочные побеги, длина которых гармонирует с

расстоянием между узлами, формируют в основном парные, изредка тройные цветочные группы. Растение выделяется габаритными цветками белоснежного оттенка.

Для данного сорта типичны умеренно изогнутые плоды-бобы среднего калибра с заострением на конце. Их параметры колеблются в пределах: протяженность 48-61 мм, поперечник 12,5-14 мм. Внутри боба обычно развивается 4-5 семян, хотя встречаются экземпляры с семью зернами.

Зерна преимущественно шарообразные, иногда с легким сплющиванием, окрашены в нежно-розовый цвет. Отличительной особенностью является сращенность ножки с оболочкой семени. Весовой показатель тысячи зерен варьируется от 230 до 260 граммов.

Исследования, проведенные в ходе конкурсного испытания сортов в профильной лаборатории, позволили отнести данный образец к среднеспелым представителям с периодом вегетации, достигающим 75 суток. Отличительными особенностями сорта являются высокая устойчивость к полеганию и осыпанию семян при средней резистентности к заболеваниям.

Рекордная урожайность сорта была зафиксирована на Заинском ГСУ Республики Татарстан в 2006 году и составила 5,71 т/га, что стало лучшим показателем по всей системе сортоиспытаний РФ за 2006-2007 годы. Результаты исследований Всероссийского центра оценки качества сортов демонстрируют превышение белковости данного сорта над контрольным образцом на 3,9 процентных пункта. Кулинарная оценка показала среднюю развариваемость семян при достаточно высоких вкусовых характеристиках, оцененных четырьмя баллами.

Сорт Варис прошел трехлетний цикл государственных испытаний с 2006 по 2008 год, по итогам которых получил официальную регистрацию, подтвержденную патентом, и был

включен в государственный реестр селекционных достижений РФ.

2.2. АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ МЕСТА ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА

На площади в 67,8 тыс. км² территория Татарстана охватывает две природные зоны - лесную и лесостепную, что обуславливает многообразие почвенных типов. Основную часть земельного фонда занимают черноземные (45,5%) и серые лесные почвы (42,8%). В меньшей степени представлены дерново-подзолистые и дерново-карбонатные почвы, на долю которых приходится 7,5% и 2,9% соответственно. Леса покрывают 17% территории республики, как отмечено в работах Егорова и соавторов (1988).

Рельеф региона представлен равнинной местностью, которую пересекает разветвленная система речных долин, оврагов и балок. Реки Волга и Кама служат естественными рубежами, разделяющими территорию на три природно-экономические зоны: Предволжье, Предкамье и Закамье. Экспериментальные исследования проводились в Предкамской зоне, для которой характерно преобладание дерново-подзолистых и серых лесных почв.

Климат региона классифицируется как умеренно-континентальный, при этом около 33% погодных явлений имеют выраженный континентальный характер, особенно в весенне-летний период. Метеостанция Казань-Опорная фиксирует среднегодовое количество осадков на уровне 474 миллиметров, с пиком в июле (50-65 мм). В Предкамской зоне весенние запасы доступной влаги в метровом почвенном горизонте на зяби варьируют в пределах 150-180 миллиметров.

Характерной особенностью климата региона является высокая частота засушливых периодов. Согласно исследованиям Н.В. Колобова и С.А. Мухараева (1980), анализ 80-летнего периода (1884-1963 гг.) показал, что 28 лет (36%) характеризовались засушливыми условиями.

Весенний период в регионе характеризуется стремительным повышением температурного фона. Этому способствует комплекс причин: усиление солнечной радиации, рассеивание облачности и приток южных воздушных масс.

К началу июня температурный режим приобретает устойчивый характер, устанавливается стабильно теплая погода, временами переходящая в жаркую. Среднесуточный температурный показатель устойчиво держится выше $15,0^{\circ}\text{C}$, а ночные заморозки полностью прекращаются. Для летнего периода типично выпадение около 150 мм осадков, достигающих пика в июле. Примечательно, что в первой половине лета осадки характеризуются неравномерностью и преимущественно ливневым характером.

Сочетание высоких дневных температур поверхностного слоя почвы с интенсивным испарением и транспирацией растений приводит к значительному снижению запасов почвенной влаги на протяжении вегетационного периода весны и лета. Завершение летнего сезона приходится на вторую декаду сентября, когда среднесуточные температуры опускаются ниже 10°C и появляются первые заморозки.

Энергетический потенциал вегетационного периода в республике характеризуется суммарным поступлением фотосинтетически активной радиации (ФАР) в объеме 9,3 млрд. кДж на гектар. Распределение этой энергии по месяцам происходит следующим образом: май - 2,6, июнь - 2,7, июль - 2,5, август-сентябрь - 1,6 млрд. кДж (Зиганшин, Шарифуллин, 1974). Теоретически, при полном использовании данного энергетического потенциала возможно достижение исключительно высоких показателей урожайности.

Сочетание почвенных характеристик и климатических особенностей Татарстана создает благоприятные условия для

максимального раскрытия продуктивных возможностей разнообразных культур сельскохозяйственного назначения, включая горох.

Практическая составляющая научной работы была реализована на экспериментальных участках, территориально размещенных в пределах Сабинского муниципального района РТ. Почвенный покров экспериментальной площадки представлен типичной серой лесной, дерново-подзолистой почвой со следующими агрохимическими показателями: содержание фосфора (P_2O_5) - 240 мг и калия (K_2O) - 90,0 мг на 1000 г почвы. Гумусированность пахотного горизонта, определенная по методу Тюрина, составляет 2,9-3,4%, содержание щелочногидролизуемого азота находится в пределах 7-8 мг на 100 г почвы, при показателе кислотности (рН солевой вытяжки) 5,1-5,8.

Далее следует анализ метеорологических условий вегетационного периода 2024 года по данным метеостанции.

Зимний период характеризовался превышением среднесезонной температуры на $1^{\circ}C$, составив $-7,4^{\circ}C$ при норме $-8,4^{\circ}C$. При этом начало зимы (ноябрь и декабрь) отличалось пониженными температурами - на $1,3^{\circ}C$ и $2,4^{\circ}C$ ниже нормы соответственно, что способствовало качественному промерзанию почвы и созданию благоприятных условий для перезимовки озимых культур.

Температурный режим последующих месяцев демонстрировал устойчивую тенденцию к потеплению: январь превысил норму на $1,3^{\circ}C$, февраль - на $3,6^{\circ}C$, март - на $3,8^{\circ}C$, с особенно выраженным отклонением в первой декаде марта ($+6,8^{\circ}C$). В результате описанных температурных изменений происходило последовательное оттаивание почвенного слоя: к середине марта глубина промерзшего грунта уменьшилась до 16 см при исходных 32 см.

Начало января, хотя и не отличалось экстремально низкими температурами, характеризовалось обильным снегонакоплением. Этот фактор затормозил процесс промерзания почвы во многих районах республики, в результате чего глубина промерзания достигла лишь 50% от типичных многолетних показателей. Наиболее ярко данная тенденция проявилась на территории Сабинского района, где промерзание почвы составило всего 30-35 сантиметров при стандартных для этой местности 90 сантиметрах. На всей территории республики в зоне узла кушчения озимых культур поддерживался относительно стабильный температурный режим от -1 до -3 градусов Цельсия.

Таблица 1

Температура воздуха и глубина промерзания почвы в зимы 2023/24 гг.

Месяцы	Среднесуточная Т° воздуха		Глубина промерзания почвы, см	
	средн емн.	2023/24	средн емн.	2023/24
Ноябрь	-3,7	5,3	22-27	27
Декабрь	-9,6	-12,4	50-55	49
Январь	-13,6	-12,3	70-80	53
Февраль	-12,3	-9,2	90-95	53

Согласно метеорологическим наблюдениям, проведенным на базе Татарского научно-исследовательского института сельского хозяйства в течение последнего семилетия, январские температуры в Татарстане демонстрируют максимальную стабильность. Отклонения среднесуточных значений от многолетней нормы не превышают 1,8 градуса в сторону потепления и 1,1 градуса в сторону похолодания.

Февраль, напротив, отличается значительной температурной нестабильностью: за аналогичный период наблюдений отклонения

достигали диапазона от $-10,0^{\circ}\text{C}$ до $+8,8^{\circ}\text{C}$. При сопоставлении температурных данных выявлено, что февраль 2024 года отметился средней температурой $-3,6^{\circ}\text{C}$ по метеостанциям Татарстана. Особенно выделялась последняя декада месяца со средним показателем $-2,1^{\circ}\text{C}$, когда после 23 числа дневные температуры поднимались до $+4...+5^{\circ}\text{C}$. В нынешнем году, несмотря на более холодный февраль в целом ($-9,2^{\circ}\text{C}$), прослеживался аналогичный паттерн: начиная с 19 февраля воздух прогревался днем до $+3...+4^{\circ}\text{C}$. Третья декада месяца продемонстрировала значительное отклонение от климатической нормы $-10,8^{\circ}\text{C}$, показав среднюю температуру $-1,0^{\circ}\text{C}$.

Особенностью текущей зимы стал обильный снежный покров, превысивший прошлогодний показатель в среднем по республике в 1,5 раза, достигнув на полях 59 см. Примечательно, что при меньшем общем количестве зимних осадков в текущем году (166 мм против 213 мм в предыдущем), снежный покров оказался более мощным. Это объясняется тем, что значительная часть осадков прошлой зимы (82 мм) выпала в виде дождей в ноябре-декабре, что привело к таянию снега. В текущем сезоне количество твердых осадков превысило прошлогодний показатель на 27 мм, что обусловило увеличение высоты снежного покрова на 10 см.

Таблица 2

Количество выпавших осадков в зимы **2023/24** гг.

Месяцы	Количество осадков, мм		Высота снежного покрова, см	
	средн. мн.	2023/24	средн. мн.	2023/24
Ноябрь	39	56	5-13	11
Декабрь	35	33	15-20	26
Январь	33	37	25-30	45
Февраль	25	40	33-39	47
итого	332	166		
В т. ч.	-	8		
дождь				
снег	132	158		

Весенний период характеризовался плавной и продолжительной динамикой. Полное оттаивание почвы зафиксировано 6 апреля, когда снежный покров еще сохранялся на уровне 15-20 см, а среднесуточная температура воздуха преодолела нулевую отметку. Полное освобождение полей от снега произошло к 20 апреля, что позволило приступить к первым агротехническим мероприятиям - подкормке многолетних трав и боронованию.

Весенний температурный фон характеризовался плавной динамикой: преодоление пятиградусного рубежа зафиксировано 26 апреля, а установление стабильных температур выше 10°C растянулось почти на полтора месяца (27.04-07.06). Продолжительное сохранение пониженных температур негативно отразилось на развитии агрокультур: озимые зерновые отставали от нормального графика вегетации на 10 суток, а задержка в развитии теплолюбивых растений (люцерна, кукуруза) достигала 25-30 дней.

Как следует из данных таблицы 3, температурные показатели апреля практически соответствовали климатической норме, превышая многолетние значения всего на 0,4 градуса.

Температурный режим мая оказался существенно ниже обычного: при норме 13°C фактическая среднесуточная температура составила только 10,2°C, что свидетельствует о значительном отклонении в 2,8 градуса. Особенно примечательным стало второе с начала века экстремальное похолодание 29 мая, когда заморозок (-2°C) нанес повреждения цветущему козлятнику восточному.

Летний температурный режим установился 9 июня с переходом среднесуточной температуры через отметку +15,0°C. Однако до середины июля температура колебалась около этого значения, и только затем произошел подъем до 25-26°C, сохранявшийся до конца августа. Пиковые значения температуры

эпизодически достигали 30-31°C.

Наступление стабильного температурного режима с середины июля стимулировало вегетативные процессы у растений с повышенными требованиями к теплу. В частности, у скороспелых форм кукурузы наблюдался интенсивный рост - до 7-9 сантиметров в сутки. При этом интервал между фазами цветения и полной молочной спелости початков оказался короче традиционного, составив всего 20 дней.

Подобное ускорение развития отмечалось и у люцерны: после скашивания 20 июля формирование отавы произошло за 30 суток, что на 10 дней быстрее обычного срока отрастания второго укоса.

Таблица 3

Метеорологические условия в вегетационный период 2024г.
(данные метеостанции)

Месяц	Декада	Среднесуточная t°C	Осадки, мм
-------	--------	--------------------	------------

		факт.	норма	откл. от нормы	факт.	норма	% от нормы
апрель	I	0,9	0,5	+0,4	2	11	18
	II	4,7	4,0	+0,7	25	12	208
	III	8,0	7,8	+0,2	24	12	200
	мес	4,5	4,1	+0,4	51	35	146
май	I	10,3	10,9	-0,6	14	11	127
	II	9,3	13,0	-3,7	6	11	54
	III	11,0	14,8	-3,8	5	12	42
	мес	10,2	13,0	-2,8	25	34	74
июнь	I	12,0	16,0	-4,0	20	20	100
	II	17,2	17,1	+0,1	30	21	142
	III	16,2	18,3	-2,1	15	21	71
	мес	15,1	17,1	-2,0	65	62	105
июль	I	16,8	19,3	-2,5	79	20	395

продолжение таблицы 3

	II	17,2	17,1	+0,1	30	21	142
	III	16,2	18,3	-2,1	15	21	71
	мес	15,1	17,1	-2,0	65	62	105
август	I	20,1	18,7	+1,4	7	19	37
	II	16,0	17,4	-1,4	1	18	5
	III	18,7	15,8	+2,9	35	18	194
	мес	18,5	17,3	+1,2	43	55	78
За май-август		16,1	17,0	-0,9	229	210	109
За апрель-август		13,8	14,5	-0,7	280	245	114

Установление благоприятных климатических условий во второй декаде июля инициировало одновременное зацветание бобовых растений независимо от их периода вызревания. Однако эффективность опыления энтомофильных культур оказалась существенно снижена из-за недостаточного количества насекомых-опылителей и несовпадения их жизненного цикла с периодом

цветения растений. Это негативно отразилось на семенной продуктивности ряда бобовых культур, особенно заметно у люцерны и козлятника.

Температурные показатели июля-августа незначительно отклонялись от многолетних норм: июльские температуры полностью соответствовали среднемноголетним значениям, а августовские превысили норму на $1,2^{\circ}\text{C}$. Аккумуляция эффективных температур (выше 10°C) за рассматриваемый период составила 800 градусов, что практически идентично многолетним наблюдениям (810°C).

Динамика выпадения осадков в течение вегетации демонстрировала типичную для региона неоднородность. Весенние осадки в апреле на 50% превзошли среднемноголетние значения, причем основной объем пришелся на вторую половину месяца - период, когда растения минимально нуждаются во влаге. Следующий месяц характеризовался недобором осадков - выпало лишь две трети от нормы, распределившись равномерно на протяжении десяти дождливых суток.

Количество июньских осадков не отклонялось от климатической нормы, однако их растянутость на пятнадцать дней создавала впечатление избыточного увлажнения. Подобное распределение осадков существенно осложнило процесс сенозаготовки первого укоса трав во всех районах республики. Экстремальные ливни первой декады июля принесли 79 мм осадков (четыре декадных нормы), а в некоторых районах Татарстана показатели достигли 109-114 мм.

Вплоть до завершения августа наблюдался выраженный дефицит атмосферных осадков, результатом чего стало формирование засушливых условий к середине месяца. В посевных зонах влагообеспеченность почвенного горизонта 40-60 сантиметров

достигла критически низких значений, соответствующих мертвому запасу влаги. Лишь на паровых полях удалось сохранить около 20 миллиметров доступной влаги в пахотном слое.

В конце августа произошли существенные перемены в водном режиме: количество выпавших осадков достигло 35 мм. Дождь, отличавшийся размеренностью и равномерным распределением, обеспечил эффективное насыщение почвы влагой. В результате сложились благоприятные условия, позволившие не только качественно обработать почву, но и провести сев озимых культур в оптимальные сроки по всей республике.

2.3 СХЕМА ОПЫТА И АГРОТЕХНИКА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГОРОХА

Объектом исследования служили посевы гороха сорта Варис, возделываемые после озимой ржи в качестве предшествующей культуры.

Полевые исследования были направлены на определение реакции гороха при внесении многокомпонентной системы удобрений. В состав изучаемой системы входили бактериальные препараты, а также удобрения, содержащие как микро-, так и макроэлементы. Для проведения эксперимента была разработана следующая схема:

Таблица 4

Схема опыта

Контроль без удобрения
1) Обработка семян ризоторфином
2) Обработка семян ризоторфином + ЖУСС-2
3) Минеральные удобрения 1ц/га нитроаммофоски

Весенние агротехнические работы начались с влагосберегающих мероприятий. Для создания оптимального посевного ложа провели двукратное боронование тяжелыми агрегатами, обеспечив выравнивание поверхности поля. Далее осуществили предпосевную культивацию опытных делянок, используя культиватор КПС-4 в комплекте с боронами. Глубина обработки составила 10 сантиметров.

Посевные работы были проведены в оптимальные агротехнические сроки - 2 мая, когда почва содержала достаточное количество влаги. Для этой операции использовали сеялку модели СУЗТ-4 "ХАРАША", установив норму высева семян из расчета 330 килограммов на гектар.

Для борьбы с сорной растительностью на всех экспериментальных делянках провели боронование всходов. Когда горох достиг стадии трех настоящих листьев, осуществили боронование и обработку гербицидом Пивот с дозировкой 650 мл/га.

Для мониторинга развития культуры в каждом повторе выделили контрольные участки. Здесь отслеживали всхожесть, жизнеспособность растений и засоренность. Мониторинг осуществлялся на специально выделенных участках площадью 0,25 м², включающих два смежных рядка протяженностью 83 сантиметра. В середине июля, когда происходило формирование семян, производился количественный учет как культурных растений, так и сорных компонентов агроценоза. Параллельно были организованы дополнительные наблюдательные площадки (50×50 см) для мониторинга видового разнообразия и численности сорняков. Заключительную инвентаризацию растений провели в момент, когда нижние бобы приобрели бурую окраску.

При наступлении начальной фазы созревания растительные

образцы с учетных делянок были скошены, связаны в снопы и перемещены в помещение для окончательного дозревания. По завершении периода созревания были проведены измерения урожайности, включающие подсчет массы семян в пересчете как на отдельный экземпляр растения, так и на квадратный метр посевной площади. Полученные в ходе эксперимента данные подверглись статистической обработке дисперсионным способом, следуя методологии, представленной Доспеховым в 1973 году.

2.4 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ПОЛЕВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ И ЛАБОРАТОРНЫХ АНАЛИЗОВ

В рамках экспериментальной работы был реализован комплекс диагностических мероприятий:

На начальном этапе осуществлялся контроль качественных характеристик семенного фонда. Тестирование включало определение двух ключевых параметров - интенсивности прорастания и способности к прорастанию в лабораторных условиях. Методология исследований соответствовала требованиям государственных стандартов ГОСТ-12038-84 и ГОСТ-12041-82.

Отслеживание фенологических изменений осуществлялось согласно методическим указаниям государственного сортоиспытания, руководствуясь ГОСТом 10843-64.

Для определения плотности посевов использовали метод учетных площадок. Количественный учет растений осуществлялся в два этапа: первый - на стадии формирования полноценных всходов, второй - накануне сбора урожая. Методика подсчета предусматривала измерения в трех точках, расположенных по диагональной линии экспериментального участка. На каждой повторности анализировались отрезки рядков протяженностью 111 сантиметров.

Морфометрические исследования проводились на материале, полученном с дублирующих делянок каждого экспериментального варианта. Отбор образцов производился последовательно, в соответствии с наступлением ключевых фаз онтогенеза растений. На основе полученных биометрических данных были рассчитаны следующие показатели: интенсивность накопления сухого вещества, динамика развития листовой поверхности и эффективность фотосинтетической деятельности.

Измерение площади листового аппарата проводилось методом высечек.

Определение показателя чистой фотосинтетической продуктивности осуществлялось посредством математического аппарата с использованием установленной расчетной формулы.

$$\text{ЧПФ} = \frac{B_2 - B_1, \text{ г/м}^2}{0,5(L_1 + L_2)n}$$

B_2, B_1 - сухой вес пробы в конце и начале учетного периода, г;

L_1, L_2 - площадь листьев в начале и конце учетного периода, см²

n – число дней в учетный период

В соответствии с действующими государственными стандартами была проведена оценка основных элементов в составе растительных образцов. Исследование осуществлялось согласно установленным ГОСТам: азотный компонент анализировали, руководствуясь ГОСТ-13496.4-93, содержание фосфора определяли по методике ГОСТ-26657-97, а количество калия измеряли в соответствии с ГОСТ-30504-97.

Количественное определение белка в зерновом материале выполнялось в полном соответствии с методическими указаниями ГОСТ-10846-74.

Для детального изучения составляющих элементов

продуктивности производился отбор пробных снопов с каждого экспериментального участка. Каждая проба включала полсотни растительных образцов. Учет урожайности проводили отдельно для каждой делянки: собранный материал взвешивали и производили пересчет показателей на стандартную 14-процентную влажность.

Массу тысячи зерен определяли согласно методике ГОСТ-10842-76.

Эффективность применения препаратов ЖУСС-2 и ризоторфина оценивали с экономической точки зрения. Экономическая оценка проводилась на основе двух типов индикаторов: физических величин и денежного выражения затрат. Экономические расчеты базировались на актуальной для 2017 года нормативной базе и ценовых показателях, принятых Татарским научно-исследовательским институтом сельского хозяйства.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.

3.1. ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ СЕМЯН НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН ГОРОХА.

Достижение высокой урожайности зерновых культур в аграрном производстве напрямую зависит от качества всходов. Существует множество методов улучшения посевных характеристик семенного материала. Проведенные нами исследования, результаты которых отражены в таблице 5, подтверждают благотворное влияние предпосевной обработки на посевные качества семян гороха.

Таблица 5

Влияние предпосевной обработки семян ростовыми веществами на энергию прорастания и лабораторную всхожесть гороха, %

Вариант	Энергия прорастания	Лабораторная всхожесть
Контроль без удобрения	85,2	86,6
Обработка семян ризоторфином	87,3	89,0
Обработка семян ризоторфином+ЖУСС-2	91,6	94,3

Полученные в ходе опытов результаты свидетельствуют о преимуществе интегрированного подхода к предпосевной обработке: использование ризоторфина вместе с ЖУСС-2 значительно повышает интенсивность прорастания семян в сравнении с монообработкой ризоторфином. Повышенная энергия прорастания способствует синхронному и быстрому появлению всходов.

При сопоставлении с контрольной группой выявлено, что различные схемы обработки семенного материала привели к увеличению энергии прорастания в диапазоне от 2,1 до 6,4 процентных пунктов. Схожая тенденция прослеживается и в показателях лабораторной всхожести, которые превзошли базовые значения на 2,4-7,7%.

Наряду с энергией прорастания и лабораторной всхожестью, существенным показателем качества семян является длина ростков гороха, что наглядно отражено на рисунке 1.

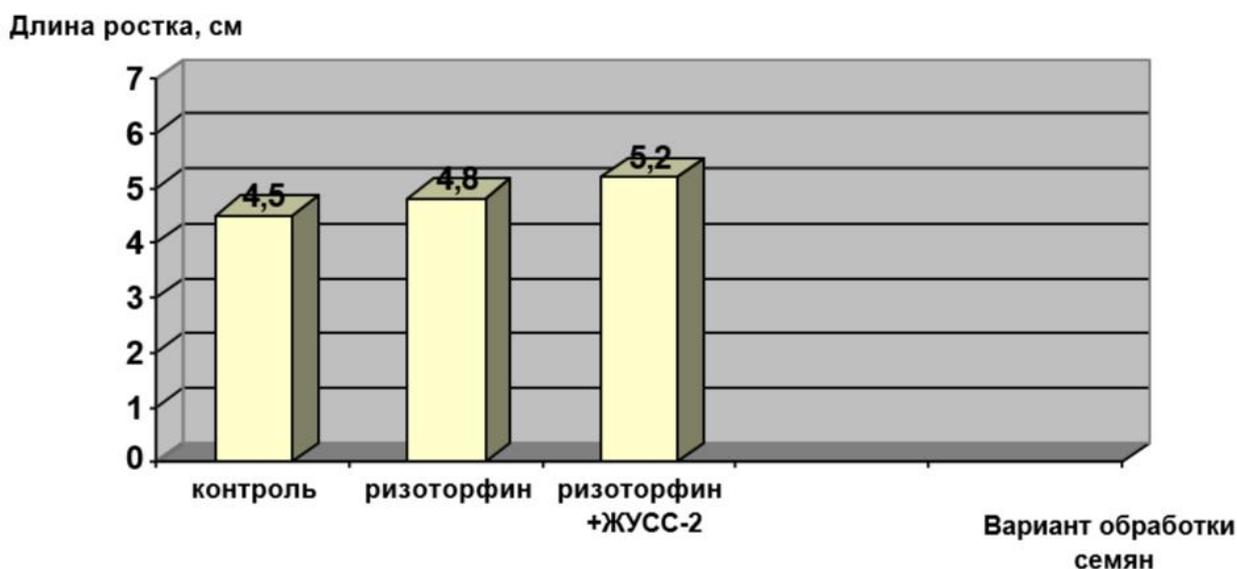


Рис.1. Влияние регуляторов роста на длину ростка гороха, см.

Исследования показали, что синергетический эффект от совместного использования биоудобрения и ЖУСС-2 активизирует процессы роста: отмечено увеличение длины проростков гороха в диапазоне 3-7 миллиметров. Подобная интенсификация развития благотворно влияет на формирование оптимальной плотности растительного покрова.

Согласно данным, отраженным на рисунке 2, одновременно с активизацией роста надземной части наблюдается усиленное формирование корневой системы - прирост длины зародышевых корней составляет 5-8 миллиметров. Данное преимущество приобретает критическое значение в контексте региональных климатических особенностей, характеризующихся дефицитом осадков в весенне-летний период. Более развитая корневая система существенно повышает жизнеспособность молодых растений в условиях водного стресса.

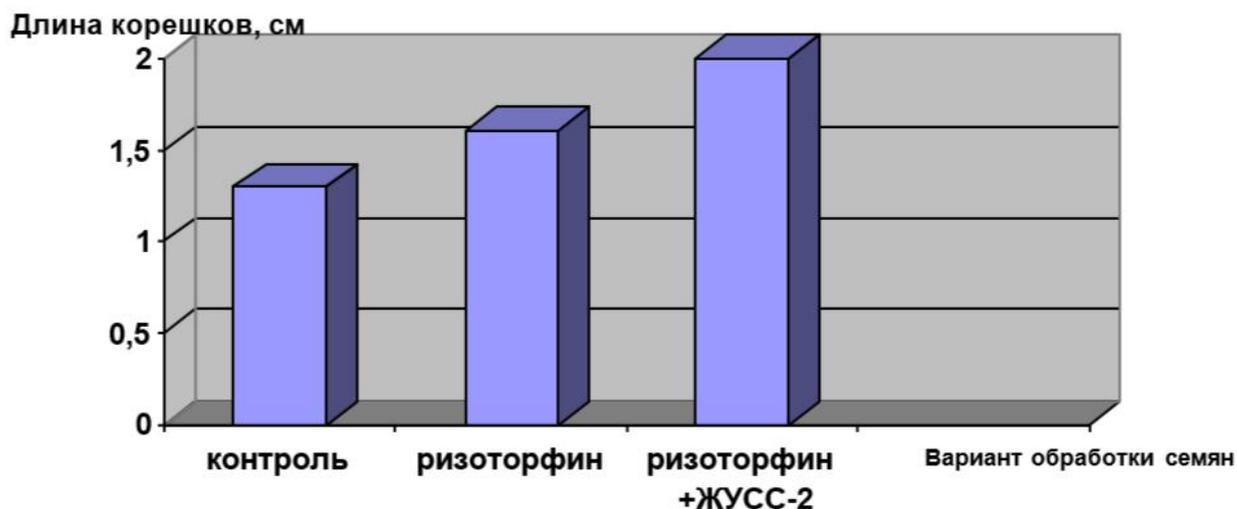


Рис.2. Влияние препаратов ризоторфина и ЖУСС-2 на длину корешка гороха, см.

Анализ результатов предпосевной инкрустации семян показал активизацию процессов роста в полевой среде, особенно заметную на ранних этапах онтогенеза гороха.

Использование комбинированной обработки, включающей биоудобрение в сочетании с ЖУСС-2, существенно улучшает полевую всхожесть семенного материала. Этот показатель имеет первостепенное значение, поскольку определяет плотность размещения растений на единице площади, что в свою очередь становится фундаментом для успешного развития вегетативной массы гороха.

Как показано в таблице 6, успешность прорастания семян в полевых условиях существенно детерминируется совокупностью экологических факторов в период появления всходов. Среди них особую значимость имеют:

- термические условия воздушной среды и почвенного слоя
- степень увлажненности
- механический состав почвы
- особенности почвенной структуры
- прочие агрофизические и агрохимические характеристики.

Таблица 6

Густота стояния растений и полевая всхожесть семян гороха в зависимости от применения био-, микро- и макроудобрений на посевах гороха.

Вариант опыта	Количество на 1 м ² , шт.		Полевая всхожесть, %
	Высеянные семена	всходы	
Контроль	120	98	81,6
Обработка семян ризоторфином	120	105	87,5
Обработка семян ризоторфином+ЖУСС-2	120	106	88,3
Внесение в рядки нитроаммофоски 1 ц/га	120	103	85,8

В ходе экспериментальной работы были обнаружены неодинаковые темпы начального развития семенного материала: скорость прорастания варьировалась в зависимости от условий опыта. Максимальный эффект был достигнут при интегрированном подходе - использовании ризоторфина совместно с ЖУСС-2 для предпосевной подготовки семенного материала. Существенный прогресс наблюдался и при локальном внесении нитроаммофоски (100 кг/га) непосредственно в посевные борозды: показатель всхожести в полевых условиях составил 85,8%, превзойдя контрольные значения (81,6%).

Применённые в эксперименте агротехнические методы обнаружили двунаправленное благоприятное воздействие. С одной стороны, обработка семенного материала различными препаратами перед посевом и внесение минеральных удобрений в процессе сева способствовали повышению показателей всхожести. С другой - эти же мероприятия обеспечили существенное увеличение количества растений, достигших уборочной спелости.

Влияние обработки семян различными препаратами и внесение минерального удобрения в рядки на сохранность растений гороха.

Вариант опыта	Количество растений шт./ м ²		Сохранность растений, %
	весной	к уборке	
Контроль	98	96	97,9
Обработка семян ризоторфином	105	103	98,1
Обработка семян ризоторфином+ЖУСС-2	106	104	98,1
Внесение в рядки 1 ц/га нитроаммофоски	103	101	98,0

Анализ данных, представленных в таблице 7, свидетельствует о незначительных различиях в выживаемости растений между экспериментальными вариантами. Показатель сохранности варьировался в узком диапазоне от 97,9 до 98,1 процента.

3.2. РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ ГОРОХА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВНЕСЕНИЯ БАКТЕРИАЛЬНОГО, МИКРО - И МАКРОУДОБРЕНИЙ.

Продуктивность гороха напрямую зависит от эффективности работы фотосинтезирующих органов растения.

График содержит условные обозначения, где:

- контрольные измерения отображены непрерывной линией
- воздействие ризоторфина на посевной материал представлено прерывистой линией
- результаты совместного применения ризоторфина и ЖУСС-2 при предпосевной обработке семян показаны чередованием штрихов и точек
- эффект от припосевного внесения нитроаммофоски (100 кг/га) отмечен двойным пунктиром

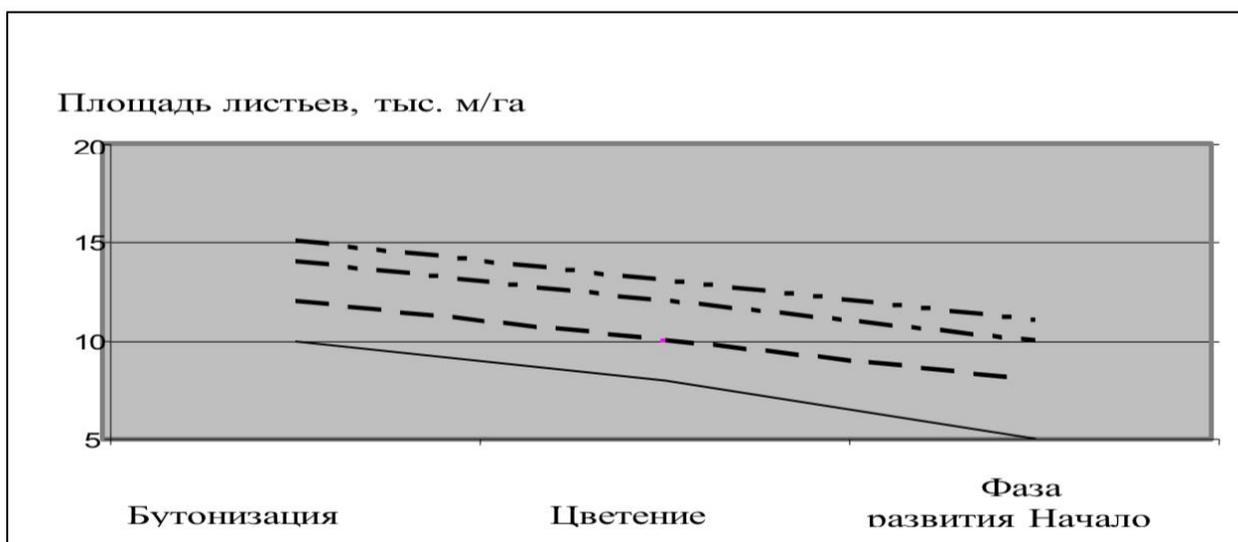


Рис.3. Влияние ризоторфина и ЖУСС-2 на динамику площади листьев гороха, тыс. м²/га

Анализ графического материала (рис. 3) свидетельствует о положительном эффекте комбинированного использования препаратов ризоторфин и ЖУСС-2 на развитие ассимиляционного аппарата гороха в течение вегетации 2024 года. Наблюдалось существенное увеличение площади листьев культуры. На всех фазах развития площадь листьев превышала контрольные показатели в 1,12 раза.

Продуктивность фотосинтетических процессов играет ключевую роль в формировании урожая. Для получения высоких урожайных показателей важны два аспекта: не только достижение максимального развития ассимиляционного аппарата, но и поддержание его функциональной активности на протяжении длительного периода. Интересно отметить, что при изучении чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) значимых различий между участками с разными схемами удобрения не обнаружено - колебания данного параметра оказались минимальными.

Особенность гороха заключается в его способности усваивать азот из атмосферы. Эффективное взаимодействие с азотфиксирующими бактериями не только повышает урожайность,

но и улучшает биохимические характеристики культуры. В ситуациях, когда популяция клубеньковых бактерий недостаточна или их жизнедеятельность подавлена, растения вынуждены переориентироваться с использования атмосферного азота на потребление его почвенных форм.

Проведенные опыты выявили, что инокуляция семян ризоторфином значительно ускоряет процесс формирования клубеньков. На обработанных участках они появлялись спустя всего пять дней после прорастания, опережая контрольные делянки на 3-5 суток. Особенно эффективным оказалось совместное использование ризоторфина с ЖУСС-2: в этом случае клубеньки образовывались на шесть дней раньше не только по сравнению с контролем, но и с участками, где применялась нитроаммофоска в дозировке 100 кг на гектар.

Анализ формирования симбиотической системы гороха выявил значительную зависимость от применяемых агротехнических приемов. Различные подходы к обработке - будь то инокуляция семенного материала бактериальными препаратами или локальное внесение нитроаммофоски в дозировке 100 кг/га - оказывали неодинаковое влияние на количественные и весовые характеристики клубеньковых образований.

Таблица 8

Количество клубеньковых бактерий на корках 1 растения гороха в зависимости от вида удобрений.

Вариант опыта	Бутонизация		Цветение		Начало созревания	
	Количество, шт.	Масса клубеньков, г	Количество, шт.	Масса клубеньков, г	Количество, шт.	Масса клубеньков, г
Контроль	8	4	26	13	11	6
Обработка семян ризоторфином	15	8	41	22	18	10

Обработка семян ризоторфином+ ЖУСС-2	18	11	49	26	21	11
Нитроаммофоска в рядки	9	5	25	13	13	6

Результаты, представленные в таблице 8, демонстрируют, что обработка посевного материала перед севом благотворно сказалась на формировании азотфиксирующих клубеньков. Применение ризоторфина, как в чистом виде, так и совместно с препаратом ЖУСС-2, привело к интенсификации развития клубеньковых бактерий - увеличились и их численность, и масса в сравнении с необработанными образцами. При этом внесение нитроаммофоски не привело к значимым изменениям этих показателей, которые остались на уровне контрольных значений. Максимальное развитие клубеньковых бактерий наблюдалось в фазе цветения гороха, после чего отмечалось постепенное снижение их количества и массы.

Как свидетельствуют материалы, представленные в таблице 9, внесение различных удобрений способствовало созданию более благоприятного режима питания растений и расширению площади листовой поверхности, что в совокупности обеспечило более интенсивное формирование надземной части растительной массы.

Таблица 9

Динамика надземной сухой массы гороха в зависимости от удобрений,
т/га

Вариант опыта	Фаза развития растений		
	бутонизация	цветение	созревание
Контроль	2,5	5,3	6,1
Обработка семян ризоторфином	3,3	6,1	6,8
Обработка семян ризоторфином+ЖУСС-2	3,5	6,3	7,1
Нитроаммофоска в рядки	3,6	6,5	7,2

Фотосинтетическая активность гороха характеризуется мультилокальностью: помимо традиционной ассимиляции в листовом аппарате, этот процесс осуществляется также в стеблевых тканях и плодовых образованиях. Исследования динамики формирования сухого вещества обнаружили примечательный феномен: прирост массы вегетативных органов не прекращался даже в финальной фазе онтогенеза, совпадающей с созреванием семенного материала.

Максимальные показатели накопления сухой надземной биомассы были зафиксированы при двух агротехнических подходах: использовании комплекса ризоторфин + ЖУСС-2 для предпосевной обработки семян (7,1 т/га) и внесении нитроаммофоски при посеве (7,2 т/га). Для сравнения, на делянках без обработки этот параметр не превысил 6,1 т/га.

То, как растения накапливают ключевые питательные элементы (азот, фосфор, калий), напрямую зависит от их наличия в почвенном слое. Горох, как и другие представители семейства бобовых, обладает уникальной особенностью - он способен самостоятельно удовлетворять часть своей потребности в азоте путем его извлечения из атмосферы. Поэтому эффективность азотного обмена у этой культуры неразрывно связана с качеством симбиотических отношений между растением и клубеньковыми бактериями.

Рост растительной массы обусловлен взаимодействием множества факторов. Здесь важны не только активность фотосинтетических и обменных процессов, но и доступность минеральных веществ. При этом каждый элемент питания по-своему воздействует на биохимические и физиологические процессы растений на разных этапах их развития.

Таблица 10

Влияние удобрений на динамику азота в урожае гороха в % на абсолютно сухое вещество.

Варианты	Бутонизация	Цветение	Налив семян		Полная спелость
			бобы	биомасса	

Контроль	2,96	2,80	3,04	2,91	3,61
Обработка семян ризоторфином	2,96	2,98	3,21	3,09	3,64
Обработка семян ризоторфином+ЖУСС-2	3,03	3,13	3,22	3,11	3,76
Нитроаммофоска в рядки	3,05	3,11	3,21	3,12	3,79

Согласно таблице 10, наивысшая концентрация азота в растениях была зафиксирована на стадии полного созревания. Это явление связано с двумя факторами: усилением дыхательных процессов и возросшей необходимостью в белковых соединениях для развития семян. В зависимости от экспериментальных условий, увеличение азотного содержания в этот период находилось в диапазоне 0,04-0,18%.

С момента начала бутонизации содержание азота в вегетативных частях растений начало постепенно уменьшаться из-за его перемещения в формирующиеся семена - процесса, определяющего накопление белка в будущем урожае. Комбинированное применение ризоторфина в сочетании с ЖУСС-2 продемонстрировало максимальную эффективность в аккумуляции азота генеративными органами растений на стадии полной спелости. При использовании данной комбинации азотные показатели достигли 3,23% в пересчете на сухое вещество, превысив контрольный уровень на 0,19%. В период уборочной кампании различные схемы обработки демонстрировали неодинаковую эффективность: превышение азотных показателей относительно контроля варьировало в диапазоне от 0,04 до 0,19%.

Таблица 11

Варианты	Бутонизация	Цветение	Налив семян		Полная спелость
			бобы	биомасса	
Контроль	0,28	0,25	0,38	0,14	0,33
Обработка ризоторфином	0,29	0,26	0,40	0,16	0,36
Обработка ризоторфином+ЖУСС-2	0,29	0,27	0,42	0,17	0,36
Нитроаммофоска в рядки	0,28	0,26	0,40	0,15	0,35

Влияние удобрений на содержание фосфора в биомассе гороха в % на абсолютно сухое вещество.

Как следует из таблицы 11, количество фосфора в горохе менялось на протяжении всего периода роста в зависимости от схемы внесения удобрений. Пик концентрации этого элемента в растительной массе пришелся на стадию бутонизации, причем особенно высокие значения были зарегистрированы на участках с внесенными удобрениями. Наступление фазы цветения ознаменовалось постепенным снижением концентрации фосфора в растительной массе. С началом процесса семяобразования наблюдалась характерная миграция фосфорных соединений: вегетативные части растения (стебли и листья) обеднялись этим элементом, в то время как его содержание в формирующихся генеративных органах увеличивалось.

Комбинированное применение ризоторфина с микро- и макроэлементами привело к интенсификации фосфорного метаболизма, что подтверждается возросшим содержанием фосфора на протяжении всего жизненного цикла растений. Такие изменения в перемещении фосфора оказали значительное стимулирующее воздействие на рост и развитие гороха.

Согласно данным таблицы 12, максимальное накопление калия

наблюдалось в период формирования семян - эта закономерность прослеживалась как в контрольных, так и в экспериментальных образцах.

Таблица 12

Влияние удобрений на содержание калия в биомассе гороха в % на абсолютно сухое вещество.

Варианты	Бутонизация	Цветение	Налив семян		Полная спелость
			бобы	биомасса	
Контроль	1,63	1,53	0,67	1,69	1,11
Обработка ризоторфином	1,67	1,65	0,67	1,78	1,18
Обработка ризоторфином+ЖУСС-2	1,76	1,67	0,69	1,83	1,19
Нитроаммофоска в рядки	1,75	1,68	0,69	1,82	1,21

Концентрация калия в надземных частях растений начинает снижаться после того, как культура вступает в фазу бутонизации, достигая своего минимума к моменту полного созревания. Этот процесс объясняется двумя причинами: часть калия вымывается дождями, а другая часть перемещается в корни. Использование удобрений разных типов позволило увеличить содержание калия, причем прирост варьировался от 0,01 до 0,23% в зависимости от метода внесения - будь то предпосевная обработка посевного материала или внесение нитроаммофоски.

Проведенные исследования показали, что изученные способы агротехнической обработки благотворно влияют на усвоение минеральных веществ растениями гороха. Это положительно сказывается не только на величине урожая, но и на потребительских свойствах собранной продукции.

3.3 УРОЖАЙНОСТЬ СЕМЯН И СТРУКТУРА УРОЖАЯ ГОРОХА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ.

Главным показателем того, насколько эффективно работают механизмы фотосинтеза и симбиоза у бобовых в производственной среде, служит конечная продуктивность посевов. Эффективность совместного применения ризоторфина и микроэлементов при предпосевной обработке семян, а также использования нитроаммофоски в качестве минерального удобрения находит широкое подтверждение в научной литературе. Такой комплексный подход существенно повышает продуктивность гороха.

В ходе наших экспериментов было установлено, что увеличение урожайности напрямую связано с длительным сохранением активности клубеньковых бактерий на протяжении всего вегетационного периода. Анализ результатов выявил два основных механизма повышения продуктивности: интенсификацию процессов развития растительных организмов и формирование повышенной резистентности к неблагоприятным факторам среды.

Влияние ризоторфина и ЖУСС-2 на урожайность гороха, т/га

Варианты	Урожайность, т/га	Прибавка	
		т/га	%
Контроль	3,65	-	-
Обработка семян ризоторфином	4,09	0,44	12,2
Обработка семян ризоторфином+ЖУСС-2	4,24	0,54	16,7
Нитроаммофоска в рядки	4,13	0,48	15,1
НСР ₀₅		0,16	

Анализ результатов, представленных в таблице 13, показывает положительное влияние различных видов обработки на урожайность гороха. Инокуляция семян ризоторфином обеспечила прирост урожая на 0,44 т/га относительно контрольных показателей. Еще более эффективным оказалось комбинированное использование ризоторфина с препаратом ЖУСС-2, давшее прибавку в 0,54 т/га. Применение нитроаммофоски в дозировке 100 килограммов на гектар позволило получить существенную прибавку к урожаю - на 0,48 тонны с гектара выше базовых показателей. Однако математическая обработка данных показала, что разница в эффективности между различными способами обработки находится в пределах статистической погрешности. При наименьшей существенной разнице (НСР₀₅) в 0,16 тонн с гектара фактические колебания прироста урожайности варьировались в диапазоне от 0,4 до 0,10 тонн на гектар.

Структура урожая гороха в зависимости от
применения удобрений.

Вариант опыта	Количество растений шт/м ²	Количество бобов на 1 растении, шт	Число семян в 1 бобе, шт	Масса 1000 семян, г
Контроль	96	3,7	3,8	211,4
Обработка семян ризоторфином	103	4,1	4,5	215,2
Обработка семян ризоторфином+ЖУСС-2	104	4,3	4,7	213,4
Нитроаммофоска в рядки	101	4,2	4,7	212,6

Данные по морфологическому строению и структуре урожая гороха, отраженные в таблице 14, свидетельствуют о позитивном влиянии комбинированного применения удобрений с ризоторфином на продуктивность культуры. Наблюдения, проведенные в 2017 году, выявили, что при совместном использовании микроэлементных добавок и ризоторфина среднее число бобов на растении увеличилось с контрольных 3,7 до 4,3 единиц. Исследования показали вариативность количества семян в бобах при использовании разных стимуляторов роста - от 3,8 до 4,7 единиц. При этом масса тысячи семян демонстрировала удивительную устойчивость, не реагируя существенно на различные агротехнические воздействия.

Для максимального раскрытия потенциала гороха критическое значение имеют два фактора: грамотно выстроенная система минерального питания и эффективное функционирование бобово-ризобиального симбиоза, достигаемое применением ризоторфина. Успешное земледелие требует глубокого осмысления того, как взаимодействуют различные факторы, влияющие на рост и развитие растений. Это позволяет не только добиваться высоких показателей урожайности, но и сохранять экологическую безопасность производимой сельскохозяйственной продукции.

Содержание белка выступает ключевым индикатором качества

семян бобовых культур, включая горох. Являясь фундаментальным компонентом всех живых организмов, белковые соединения присутствуют в разных концентрациях во всех растительных тканях, достигая максимальной концентрации именно в семенах. В растениях белки представлены сложными высокомолекулярными структурами, где азот выступает характерным элементом, содержание которого варьируется в зависимости от видовой принадлежности растения.

Динамика накопления и качественные характеристики белка существенно меняются на протяжении онтогенеза растения. На ранних стадиях развития все органы растения характеризуются повышенным содержанием белка. По мере созревания происходит перераспределение белковых соединений: их концентрация в вегетативных органах снижается, тогда как в семенах формируются запасные белки. То, как формируются белковые соединения, их объем и характеристики, напрямую определяется особенностями выращивания культур. Этот факт служит практическим подтверждением фундаментального тезиса Ф.Энгельса о том, что белковые структуры являются фундаментом жизненных процессов, находясь в постоянном метаболическом взаимодействии с внешней средой.

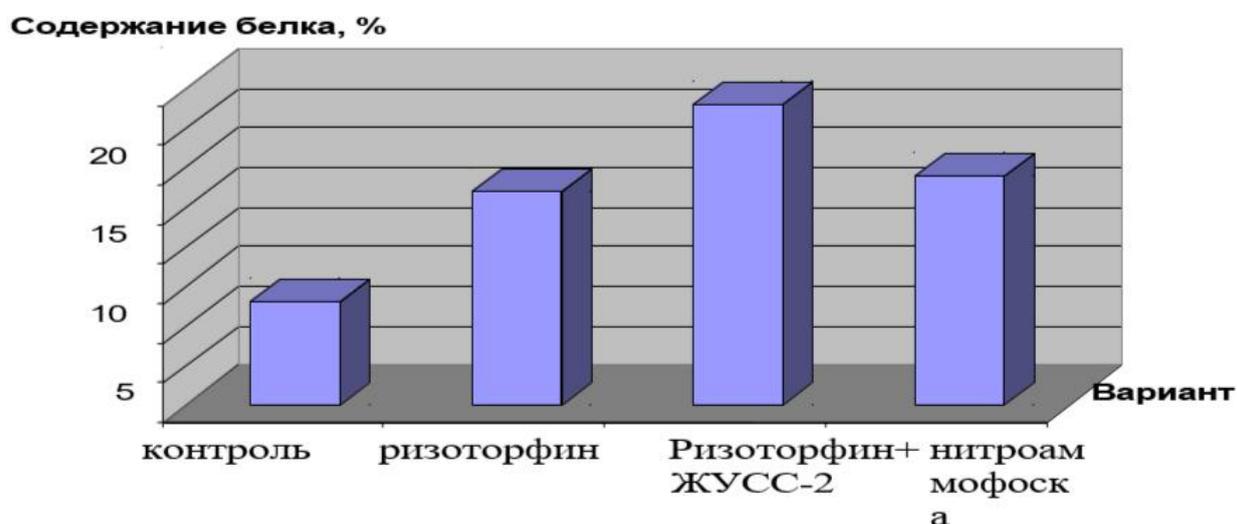


Рис.4. Влияние ризоторфина, ЖУСС-2 и нитроаммофоски на

содержание белка в семенах гороха, %

Как свидетельствуют результаты, отраженные на рисунке 4, исследуемые факторы способствуют повышению белковой составляющей в семенах гороха. Наиболее существенное превышение контрольных показателей по содержанию белка зафиксировано при комплексном применении ризоторфина совместно с микроудобрением ЖУСС-2.

Проведенные исследования позволяют заключить, что предпосевная обработка семян комбинацией ризоторфина и микроэлементных растворов представляет собой эффективный агротехнический прием, обеспечивающий не только рост урожайности гороха, но и повышающий устойчивость культуры к засухе и высоким температурам в неблагоприятные периоды вегетации. Особую эффективность демонстрирует именно совместное применение данных препаратов, что делает этот метод перспективным для внедрения в технологию возделывания гороха с целью повышения его продуктивности.

4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИЗУЧАЕМЫХ ПРИЁМОВ

При оценке рентабельности производства растительной продукции эксперты используют многофакторную систему критериев. В расчет берутся не только количественные показатели урожайности, но и финансовые индикаторы, позволяющие сопоставить итоговую результативность с затраченными средствами. Учитывается весь спектр вложений: от производственных мощностей и сырьевой базы до человеческих ресурсов, что позволяет получить целостную картину экономической эффективности.

Говоря о возделывании гороха с использованием разных удобрений, ключевыми критериями оценки экономической эффективности выступают три показателя: урожайность с гектара, затраты на производство единицы продукции и уровень рентабельности. В современных рыночных реалиях сельскохозяйственного производства эти метрики приобретают особую значимость для принятия управленческих решений.

Таблица 15.

Экономическая оценка возделывания гороха при использовании различных видов удобрений

Показатели	Контроль	Ризоторфин	Ризоторфин+ЖУСС-2	Нитро-аммофоска
Выход продукции: т/га	3,65	4,09	4,24	4,13
руб./га	10950	12270	12720	12390
Производственные затраты, руб./га	8587	9113	9316	10540
Затраты труда чел.-час./га	18,3	18,8	19,2	19,9
Себестоимость, руб./т	2352	2228	2197	2552

Чистый доход, руб./га	2363	3157	3404	2180
Рентабельность, %	27,5	34,6	36,5	20,7

Экономическую эффективность выращивания гороха рассчитывали на основе актуальных расценок, действующих в Сабинском районе. В калькуляцию включили амортизационные отчисления и расходы на ремонт агротехники согласно установленным нормативам. Стоимость основного урожая определялась по рыночным ценам 2024 года с учетом качественных характеристик продукции.

Анализ данных таблицы 15 демонстрирует, что внедрение технологий повышения урожайности гороха неизбежно влечет рост производственных издержек в сравнении с контрольными показателями. На контрольных участках затраты составили 8587 рублей на гектар, тогда как на экспериментальных делянках этот показатель варьировался от 9113 до 10540 рублей. Максимальные расходы зафиксированы при внесении макроудобрений - при рядковом внесении нитроаммофоски в дозировке 1 центнер на гектар.

Рост материальных затрат сопровождался увеличением трудоемкости производства. При использовании нитроаммофоски в рядковом внесении затраты труда достигли 19,9 человеко-часов на гектар, превысив контрольный показатель в 18,3 человеко-часа.

Однако повышенные издержки компенсируются возросшей стоимостью урожая. Если на контрольных участках стоимость продукции составила 10950 рублей с гектара, то на опытных делянках этот показатель варьировался от 12270 до 12720 рублей. Экономический анализ выявил наиболее рентабельный метод обработки посевного материала - совместное использование ризоторфина с ЖУСС-2. Этот способ обеспечил доходность в 3404 рубля на гектар, что заметно превосходит базовые показатели

контрольной группы, где прибыль составила 2363 рубля.

Рядковое внесение нитроаммофоски из расчета 100 кг на гектар продемонстрировало более скромные финансовые результаты в сравнении с биопрепаратами и микроэлементными добавками. Высокие расходы на закупку и внесение этого минерального удобрения привели к тому, что чистая прибыль едва достигла 2180 рублей с гектара.

Стоит отметить, что преимущества биопрепаратов и микроудобрений не ограничиваются только экономической выгодой - они также наносят существенно меньший урон окружающей среде по сравнению с минеральными удобрениями.

5. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Согласно современным научным представлениям, экологическая безопасность представляет собой комплексную систему условий и механизмов, направленных на поддержание природного равновесия и предотвращение критического ущерба как экосистемам, так и человеческому обществу (Хоружая, 2002, Козин 2005).

Защита базовых потребностей человечества, локальных сообществ и экосистем составляет сущность этой концепции. Она включает комплекс разнообразных мероприятий, направленных на противодействие экологическим рискам. При этом источником таких угроз могут выступать как антропогенные факторы, так и природные явления. В сферу экологической безопасности входит охрана базовых прав человека, удовлетворение его материальных и духовных нужд, сохранение природного капитала и среды обитания, обеспечивающих устойчивое развитие государства и общества.

Все живые организмы существуют в трех ключевых средах обитания: атмосфере с поверхностью земли, водоемах и почве. На территории Сабинского района каждая из этих сред претерпела значительные изменения под влиянием человеческой деятельности, развернувшейся за последние полвека.

Особенно плачевно выглядит состояние почвенного покрова района. К его деградации привел целый ряд упущений в агротехнике: хозяйства перестали вносить органику для удобрения полей, забросили рациональное чередование культур и полностью отказались от посева растений на зеленое удобрение. Такое пренебрежение основами земледелия привело к серьезному истощению почв. В погоне за высокой урожайностью зачастую не учитывается, что интенсивные процессы минерализации и формирования гумуса могут замедляться, что неизбежно ведет к

деградации плодородного слоя и разбалансировке питательного режима почвы.

Анализ состояния земель сельскохозяйственного назначения в районе показал удручающие результаты. В верхнем слое почвы, используемом для возделывания культур, зафиксировано масштабное истощение ключевых питательных элементов. Более чем на треть сократились запасы азота, количество подвижного фосфора уменьшилось почти вдвое, а содержание обменного калия упало более чем на две трети от исходного уровня. Не лучше обстоит ситуация и с микроэлементами - их концентрация снизилась практически наполовину, демонстрируя среднее падение в 48%. Эти показатели свидетельствуют о серьезной деградации почвенного плодородия, что напрямую отражается на продуктивности агроценозов.

Качество атмосферного воздуха в целом соответствует нормативам, за исключением Столбищенской зоны, где из-за близости промышленных объектов Казани наблюдается превышение предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ.

В речных системах Камы и Меши за последний период произошли существенные гидрологические трансформации. Тревожными симптомами стали как резкое уменьшение популяций промысловых рыб, так и активное размножение водорослей - нитчатых и сине-зеленых, чье присутствие служит природным индикатором экологического неблагополучия водных объектов. Загрязнители поступают из разных источников: это не только локальные аграрные и индустриальные объекты, но и крупные республиканские предприятия, причем особенно критична ситуация с теми из них, что располагаются в непосредственной близости к водным артериям.

Если говорить об источниках негативного воздействия на

экологию в целом, то их можно разделить на три основные категории: техногенные факторы, химические загрязнители и биологические агенты. Особую тревогу в регионе вызывают химические загрязнители.

Нерациональное использование удобрений создает серьезную экологическую угрозу. Нарушение регламента применения удобрений - будь то неверный расчет количества, неподходящие сроки или ошибки во внесении - создает серьезную угрозу. Особенно это касается азотных составов, способствующих накоплению нитратов в сельскохозяйственных культурах и грунте, что несет потенциальную опасность для человеческого организма. Когда удобрения вносятся с избытком на поверхность почвы, они неизбежно проникают в речную сеть региона, загрязняя как крупные реки - Каму и Мешу, так и небольшие водотоки вроде Брыссы и локальные водоемы. Последствия такого загрязнения многообразны: происходит отравление водной среды, снижается ее светопропускная способность, что губительно сказывается на гидробионтах.

Отдельную угрозу для водных экосистем несут пестициды, которые по своему назначению делятся на три основные группы. Инсектоакарициды применяются для уничтожения вредных насекомых и клещей, фунгициды борются с болезнями растений, а гербициды предназначены для истребления сорной растительности. Наибольшую угрозу представляют инсектициды хлор- и фосфорорганического происхождения из-за длительного периода разложения и избирательного действия на почвенную биоту.

Экосистемы претерпевают серьезные изменения: за прошедшие десять лет катастрофически уменьшилось количество организмов, населяющих почву. В пахотных землях стремительно исчезают дождевые черви, а численность хищных насекомых и

важнейших опылителей - бабочек и пчел - неуклонно падает. Подобные изменения не проходят бесследно: нарушается естественное равновесие биогеоценозов, что влечет за собой их постепенное разрушение и видоизменение. Особую тревогу вызывает использование химических гербицидов, в частности 2,4 Д-аминной соли, которая не только разрушает почвенную структуру, но и препятствует формированию гумуса.

Угрозу представляют не только химические загрязнители. Хотя техногенные аварии случаются нечасто, их воздействие на природу может быть разрушительным. Яркий пример тому - недавний инцидент на нефтеперекачивающем заводе, где из-за небрежности работников произошла утечка нефти в близлежащее озеро. В результате погибло подавляющее большинство озерной фауны - свыше 90% всех живых организмов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение российских научных источников свидетельствует о том, что среди высокобелковых культур горох занимает лидирующие позиции и играет ключевую роль в биологическом земледелии.

Максимальной продуктивности гороха можно достичь путем стимуляции симбиотических процессов в посевах. Эффективным решением является предпосевная обработка семенного материала ризоторфином. Дополнительное включение препарата ЖУСС-2 в процесс предпосевной подготовки демонстрирует еще более впечатляющие результаты по наращиванию урожайности.

Хотя внесение нитроаммофоски (100 кг/га) непосредственно в посевные рядки действительно способствует повышению урожайности гороха, экономическая эффективность данного метода вызывает сомнения. В то время как этот способ обеспечивает чистую прибыль в размере 2180 рублей с гектара, комбинированная обработка семян ризоторфином и ЖУСС-2 приносит существенно больший доход - 3404 рубля на гектар.

Среди исследованных методов увеличения урожайности гороха наиболее экологически безопасными признаны предпосевная обработка ризоторфином в сочетании с ЖУСС-2, особенно в сравнении с применением нитроаммофоски.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артюшин А.М., Державин Л.М. Краткий справочник по удобрениям/Артюшин А.М., Державин Л.М.//Издание 2-е, переработанное и дополненное – Москва: Колос, 1984-208 с.
2. Белоголовцев В.П., Нарушева Е.А. Теория минерального питания /В.П. Белоголовцев// Краткий курс лекций для аспирантов – Саратов, 2014. – 121 с.
3. Бойцов П.Д., Задорин А.Д., Исаев А.П. Агрономическая и энергетическая оценка технологий возделывания гороха в лесостепной зоне/ П.Д. Бойцов // Материалы международной научной конф.: Биологический и экономический потенциал зернобобовых, крупяных культур и пути его реализации. – Орел, 1999. – с. 163-169
4. Булынецв С.В., Петрова М.В., Сердюк В.П., Буравцева Т.В. /С.В. Булынецв//Овощные бобовые культуры. – С.-Петербург, 1993. – 70С.
5. Войнов Н.А. Современные проблемы и методы биолотехнологии /Н.А. Войнов // Учебное пособие Красноярск, 2009-418 с.
6. Гукова М.М. Биологическая фиксация атмосферного азота и фосфорное питание бобовых растений / М.М. Гукова// Доклад ТСХА, Тюмень, 1968. Выпуск 139-с.58
7. Гибл Мирослав. Чешская коллекция зернобобовых культур в системе национальной программы генетических ресурсов и селекция гороха на высокое содержание крахмала и амилозы/Гибл Мирослав//Материалы международной научной конференции: Биологический и экономический потенциал зернобобовых, крупяных культур и пути его реализации. – Орел, 1999. – с. 103-106
8. Говоров Л.И. Горох//Культурная флора СССР.-М.-Л.,1937.-т.4.С.229-336
9. Дворецкая С.В., Любчич О.Г. канд. с.-г. наук ННЦ «Институт земледелия НААН» Пропозиція - Главный журнал по

вопросам агробизнеса

10. Дианова В.Т. Рациональное использование семян бобовых и крупяных культур для создания продуктов здорового питания// Материалы международной научной конференции: Биологический и экономический потенциал зернобобовых, крупяных культур и пути его реализации/В.Т. Дианова, Е.Е. Браудо, Н.Г. Кроха. – Орел, 1999. – с. 97-103
11. Доспехов Б.А., Терентьев В.П. Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных / Б.А. Доспехов. М.: Изд-во Колос, 1972. - 208с.
12. Дозоров А.В. Формирование урожая гороха в зависимости от минерального питания и активности бобоворизобиального симбиоза в лесостепи Поволжья. /А.В, Дозоров//Автореферат диссертация Москва с. 25
13. Долгих Е.А.Сигнальная регуляция развития симбиоза гороха *Pisum sativum* L. с клубеньковыми бактериями /Е.А. Долгих //Диссертация. Санкт – Петербург, 2016 с. 39
14. Жизневская Г.Я. Медь, молибден и железо в азотном обмене бобовых растений /Г.Я. Жизневская //Учебник Москва: Наука, 1972
15. Зиганшин А.А., Шарифуллин Л.Р. Влияние предпосадочной обработки клубней на продуктивность и качество картофеля в условиях Предкамья Республики Татарстан./А.А. Зиганшин, Л.Р.Шарифуллин//Учебник Казань.- 1974, 152 с.
16. Зотиков В.И. Пути увеличения производства растительного белка в России//Сб. научных материалов: Повышение устойчивости производства сельскохозяйственных культур в современных условиях /В.И. Зотиков, А.А. Боровлев. – Орел. – 2008. – с. 36-499.
17. Кидин В.В. Агрохимия /В.В. Кидин, С.П. Торшин //Учебник Москва-2016 526 с.
18. Козин В.В. Геоэкология и природопользование.

Понятийно- терминологический словарь. / В. В. Козин, В. А. Петровский. —Смоленск: Изд-во «Ойкумена», 2005. — 576 с.

19. Космынина О.Н. Влияние клубеньковых бактерий и грибных болезней на продуктивность гороха в лесостепи Среднего Поволжья /О.Н. Космынина

//Автореферат дис. – Кинель,2009 с. 140

20. Макашева Р.Х. Горох //Культурная флора СССР. - Л., Колос, 1979. -т.IV.- ч.1. - 322С.

21. Малышева А.В. Урожайность и качество гороха при использовании регуляторов роста, микроэлементов и ризоторфина на черноземах южных Оренбургского Предуралья /А.В. Малышева //Автореферат Оренбург, 2009 с.46

22. Муравин Э.А. Агрохимия /Э.А. Муравин// Учебник – 2003 Москва, КолосС с.384

23. Молошонок А.А. Влияние регуляторов роста и комплексного микробиологического удобрения на повышение посевных качеств и урожайности семян гороха /А.А. Молошонок // Учебник Брянск, 2011 с. 156

24. Немцов С.Н. Технология комплексного применения удобрений под горох с использованием комбинированных почвообрабатывающих агрегатов /С.Н. Немцов// Автореферат дис. Ульяновск – 2010 с. 163

25. Посыпанов Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха /Г.С. Посыпанов //Учебник Москва 1991 с. 205

26. Посыпанов Г.С. Кормовые зернобобовые культуры /Г.С. Посыпанов// Учебник Москва 1979 с. 188

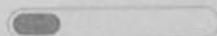
27. Сафиоллин Ф.Н. Инкрустация семян жидкими удобрительно – стимулирующими составами (ЖУСС) /Ф.Н. Сафиоллин, И.А. Гайсин, Г.С. Миннулин //Агрохимический вестник. – 2001- №6 с. 31-39

28. Тагиров М.Ш., Фадеева А.Н. Технология возделывания гороха в

- Татарстане /М.Ш. Тагиров, А.Н. Фадеева //практические рекомендации Казань 2013 с. 38
29. Тедеев А.А. Возделывание гороха в условиях РСО – Алания /А.А. Тедеева, А.Н. Азиева// Монография. Владикавказ-2015. с. 40
30. Терещенко Н.Н. Биодобрения на основе микроорганизмов /Н.Н. Терещенко //Учебное пособие – Томск, 2003.-60 с.
31. Фарниев А.Т. Ассоциативные ризобактерии и биологизация технологий возделывания сельскохозяйственных культур в РСО-Алания / А.Т. Фарниев , А.Х. Козырев, А.Р. Пухаев //Учебник Владикавказ 2017 с. 334
32. Фадеева А.Н., Гибадуллина Ф.С. Смешанные посевы гороха со злаковыми культурами и их роль в кормопроизводстве //Кормопроизводство. – 2001. - №2. –С.14-16
33. Хоружая Т. А. Оценка экологической опасности. / Т. А. Хоружая — М.: «Кни га сервис», 2002. — 208 с.

АТЫ ПРОВЕРКИ

Совпадения:
23,88%



Оригинальности:
76,12%



Цитирования:
0%



Самоцитирования:
0%



«Совпадения», «Цитирования», «Самоцитирования», «Оригинальность» являются отдельными показателями, отображаются в процентах и в сумме дают 100%, что соответствует проверенному тексту документа.

— фрагменты проверяемого текста, полностью или частично сходные с найденными источниками, за исключением фрагментов, которые система отнесла к самоцитированию или самоцитированию. Показатель «Совпадения» — это доля фрагментов проверяемого текста, отнесенных к совпадениям, в общем объеме

— фрагменты проверяемого текста, совпадающие или почти совпадающие с фрагментом текста источника, автором или соавтором которого является автор проверяемого документа. Показатель «Самоцитирования» — это доля фрагментов текста, отнесенных к самоцитированию, в общем объеме текста

— фрагменты проверяемого текста, которые не являются авторскими, но которые система отнесла к самоцитированию, в общем объеме текста, а также шаблонные фразы; библиография; фрагменты текста, найденные модулем поиска «СПС Гарант: нормативно-правовая документация». Показатель «Оригинальность» — это доля фрагментов проверяемого текста, отнесенных к цитированию, в общем объеме текста.

пересечение — фрагмент текста проверяемого документа, совпадающий или почти совпадающий с фрагментом текста источника.

— документ, проиндексированный в системе и содержащийся в модуле поиска, по которому проводится проверка.

оригинальный текст — фрагменты проверяемого текста, не обнаруженные ни в одном источнике и не отмеченные ни одним из модулей поиска. Показатель «Оригинальность» — это доля фрагментов проверяемого текста, отнесенных к оригинальному тексту, в общем объеме текста.

Обратите внимание, что система находит текстовые совпадения проверяемого документа с проиндексированными в системе источниками. При этом система является вспомогательным инструментом, определение корректности и правомерности совпадений или цитирований, а также авторства текстовых фрагментов документа остается в компетенции проверяющего.

ИНФОРМАЦИЯ О ДОКУМЕНТЕ

Количество страниц: 15

Автор: Не указано

Дата проверки: 02.02.2025 00:14:44

Содержит ссылки: Нет

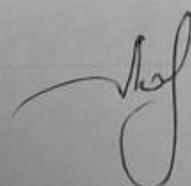
Статус: не указано

Количество страниц: 69

Символов в тексте: 89531

Слов в тексте: 10625

Число предложений: 2327

10.01.25  Мухомов М. Ю.

ОТЗЫВ

руководителя на магистерскую диссертацию
выпускника кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ
Ахуновой Д.Р.

Тема магистерской диссертации актуальна и соответствует ее содержанию.

В первой главе магистерской диссертации проведен анализ общих сведений основных ботанических и морфологических особенностей гороха, его отношения к элементам питания, освещен вопрос азотфиксации гороха, показана роль микроудобрений и нетрадиционных фиторегуляторов в симбиотической деятельности бобовых культур.

Во второй главе подробно описаны условия, методика проведения исследований. В третьей главе представлены основные полученные результаты.

При этом Ахунова Д.Р. использовала новейшую сельскохозяйственную литературу, включая патенты на технологии возделывания, методические рекомендации, пособия и т.п.

В ходе выполнения магистерской диссертации Диля Робертовна подтвердила освоение компетенции в соответствии ФГОС ВО по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение.

Магистерская диссертация выполнена в соответствии с заданием и строго по календарному плану.

На основании изложенного считаю, что работа заслуживает оценки «ОТЛИЧНО», а ее автор Ахунова Д.Р. достоин присвоения ему квалификации магистр.

Руководитель выпускной
квалификационной работы
доцент кафедры
агрохимии и почвоведения

Михайлова М.Ю.

Ознакомлен с содержанием отзыва

подпись

Ахунова Д.Р.

Ф.И.О.

«03» февраля 2025 г.

РЕЦЕНЗИЯ

на выпускную квалификационную работу (магистерскую диссертацию)

Выпускника Ахунова Диля Робертовна

Направление 35.04.03 – Агрохимия и агропочвоведение

Профиль Экология почв и продовольственная безопасность

Тема ВКР Агроэкологическая оценка приёмов повышения урожайности гороха

Объем ВКР: текстовые документы содержат: 59 страниц, в т.ч. пояснительная записка 1 стр.; включает: таблиц 15, рисунков и графиков 5, фотографий 0 штук, список использованной литературы состоит из 33 наименований; графический материал состоит из 20 листов.

1. Актуальность темы, ее соответствие содержанию ВКР: Тема работы актуальна и полностью соответствует ее содержанию
2. Глубина, полнота и обоснованность решения задачи: Тема работы раскрыта полностью, поставленные перед студентом задачи решены, цель работы достигнута
3. Качество оформления текстовых документов: отличное
4. Качество оформления графического материала: отличное
5. Положительные стороны ВКР (новизна разработки, применение информационных технологий, практическая значимость и т.д.)

Исследование нацелено на разработку экологически безопасных методов повышения продуктивности и качественных характеристик гороха, исключая использование химических протравителей семян

6. Компетентностная оценка ВКР

Компетенция	Оценка компетенции*
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	<i>Хорошо</i>
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	<i>Отлично</i>
УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	<i>Отлично</i>
УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	<i>Отлично</i>
УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	<i>Отлично</i>
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	<i>Отлично</i>
ОПК-1 Способен решать задачи развития области профессиональной деятельности и (или) организации на основе анализа достижений науки и производства	<i>Отлично</i>
ОПК-2 Способен передавать профессиональные знания с учетом педагогических методик	<i>Хорошо</i>
ОПК-3 Способен использовать современные методы решения задач при разработке новых технологий в профессиональной деятельности	<i>Отлично</i>
ОПК-4 Способен проводить научные исследования, анализировать их результаты и готовить отчетные документы	<i>Отлично</i>
ОПК-5 Способен осуществлять технико-экономическое обоснование проектов в профессиональной деятельности	<i>Хорошо</i>
ОПК-6 Способен управлять коллективами и организовывать процессы производства	<i>Отлично</i>
ПК-1 Способностью обосновать и разрабатывать мероприятия по управлению почвенным плодородием различных агроландшафтов в условиях усиления антропогенной нагрузки	<i>Отлично</i>
ПК-2 Готовностью разрабатывать и осуществлять приемы регулирования факторами роста и развития растений для производства растениеводческой продукции заданной величины и качества	<i>Отлично</i>

* Уровни оценки компетенции:

«Отлично» – студент освоил компетенции на высоком уровне. Он может применять (использовать) их в нестандартных производственных ситуациях и ситуациях повышенной сложности. Обладает отличными знаниями по всем аспектам компетенций. Имеет стратегические инициативы по применению компетенций в производственных и учебных целях.

«Хорошо» – студент полностью освоил компетенции, эффективно применяет их при решении большинства стандартных производственных и (или) учебных задач, а также в некоторых нестандартных ситуациях. Обладает хорошими знаниями по большинству аспектов компетенций.

«Удовлетворительно» – студент освоил компетенции. Он эффективно применяет при решении стандартных производственных и (или) учебных задач. Обладает хорошими знаниями по многим важным аспектам компетенций.

7. Замечания по ВКР _____

