МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»

Институт агробиотехнологий и землепользования

Кафедра Агрохимия и агропочвоведение

ОТЧЕТ

по научно-исследовательской работе на тему:

**«**Агроэкологическая оценка приёмов повышения урожайности гороха**»**

Исполнитель: Ахунова Диля Робертовна

Научный руководитель: Михайлова М.Ю.

к.с.-х.н. доцент

Казань – 2025 г

# 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.

# I.Экспериментальная часть

## **1.1. Цель и задачи исследований**

Объектом исследований являлась – сорт гороха Варис

Цель исследования – разработка экологически безопасных методов повышения продуктивности и качественных характеристик гороха, исключающих использование химических протравителей семян.

Задачи исследования:

1.1. 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.

Результаты разработки допустимы для вовлечения в селекцию и использованию в сельскохозяйственной практике Республики Татарстан.

Возможные результаты от внедрения: исследования нацелены на оптимизацию процессов азотфиксации для повышения урожайности и качественных показателей гороха в условиях Среднего Поволжья.

## **1.2 Условия и методика проведения исследований**

### **1.2.1 Агроклиматические условия годов исследований и осуществляемые наблюдения, анализы, учёты.**

Стационарные полевые опыты в 2024 г. проводились в п.г.т. Б.Сабах Сабинского муниципального района Республики Татарстан) с координатами: широта – 55.5244865824 и долгота – 48.274901646.

Агроклиматические условия вегетационного периода 2024 года складывались следующим образом (табл. 4):

Таблица 4. – Метеоданные за вегетационный период 2024 года (данные метеопоста Казанского ГАУ)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Месяц | Температура воздуха, °С | | Осадки, мм | |
| норма | факт | норма | факт |
| Май | +14,00 | **+16,02** | 38 | **46,79** |
| Июнь | +18,30 | **+16,28** | 57 | **6,08** |
| Июль | +20,50 | **+21,48** | 62 | **33,07** |
| Август | +18,30 | **+20,15** | 55 | **20,44** |

Весенний период, когда растения находились на этапе всходов, можно назвать благоприятным. Температурный режим был выше среднего многолетнего значения на 2 градуса, а осадков выпало почти на 9 мм. больше, чем в среднем за май месяц. Это благоприятно сказалось на процессах прорастания зерна и формировании первичной корневой системы яровой мягкой пшеницы. В июне месяце температура, наоборот, оказалась ниже среднего многолетнего значения на 2 градуса, но при этом осадков почти не наблюдалось и составило всего 6 мм., при среднем значении в этот месяц 57 мм. Июль и август также характеризовались, как засушливые месяца, ведь количество осадков было в 2 раза меньше средней многолетней нормы для данного периода. Все это сопровождалось более высокими температурами. Таким образом, вегетационный период, начиная с июня месяца, складывался засушливым и неблагоприятным для гороха, что могло оказать влияния на качественные и количественные характеристики будущего урожая.

В опытах проводились следующие учеты, анализы и наблюдения:

1.Определение энергии прорастания, лабораторной всхожести согласно действующей методике (ГОСТ-12038-84, ГОСТ-12041-82).

2.Фенологические наблюдения – в соответствии с ГОСТом 10843-64 согласно методике государственного сортоиспытания.

3.Густоту стояния растений подсчитывали в фазу полных всходов и перед уборкой методом учетных площадок. По диагонали в трех местах делянки с длиной рядка 111 см во всех повторениях.

4.Растительные пробы на биометрический анализ отбирали с двух повторностей каждого варианта по фазам роста растений. По данным биометрического анализа рассчитывали динамику накопления сухого вещества, динамику площади листьев, чистую продуктивность фотосинтеза.

5.Площадь листьев определяли методом высечек.

6.Чистую продуктивность фотосинтеза рассчитывали по формуле:

В 2 , В 1 - сухой вес пробы в конце и начале учетного периода, г;

Л 1 , Л 2 - площадь листьев в начале и конце учетного периода, см 2

n – число дней в учетный период

7.В растительных образцах проводили определение: азота (ГОСТ- 13496.4-93), фосфора (ГОСТ-26657-97), калия (ГОСТ-30504-97).

8.Содержание белка в зерне (ГОСТ-10846-74).

9.Структура урожая определялась путем отбора с каждой делянки снопов из 50 растений, учёт урожая проводился поделяночно с последующим взвешиванием и пересчетом на 14% влажность.

10.Масса 1000 зерен (ГОСТ-10842-76).

Экономическая оценка применения ЖУСС-2 и ризоторфина проводилась по системе натуральных и стоимостных показателей с использованием нормативов и расценок.

**1.3 Результаты опытов на горохе**

**1.3.1 Методы опытных испытаний на горохе**

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:

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.

# II.Результаты опытных исследований и их анализ

**2.1. 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, подтверждают благотворное влияние предпосевной обработки на посевные качества семян 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%.

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, 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.

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.

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

Анализ графического материала 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.

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.

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.

**2.3 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.

Анализ результатов, 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.

Данные по морфологическому строению и структуре урожая гороха, 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.

# Ⅲ. 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.

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.

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.

# Список литературы

1.Артюшин А.М., Державин Л.М. Краткий справочник по удобрениям/Артоюшин 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.Булынцев С.В., Петрова М.В., Сердюк В.П., Буравцева Т.В. /С.В. Булынцев//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.IY.- ч.1. - 322С.