

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Саратовский государственный университет генетики,
биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»

На правах рукописи

Таспаев Нурсултан Нурланович

**УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНОЛОГИИ
ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НУТА ДЛЯ УСЛОВИЙ СУХОСТЕПНОГО
ЗАВОЛЖЬЯ**

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор с.-х. наук, профессор
Денисов Константин Евгеньевич

Саратов 2023

Содержание

Введение	4
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	8
1.1 Агробиологические особенности нута	9
1.2 Эффективность инокуляции семян при возделывании нута.....	18
1.3 Листовые подкормки в технологии возделывания зернобобовых культур	27
1.4. Эффективность совместного применения минеральных удобрений, инокуляции семян и некорневых подкормок при возделывании нута	40
2. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	44
2.1 Климатические особенности зоны исследования.....	44
2.2 Характеристика почвы на опытном участке.....	45
2.3 Особенности погодных условий в годы проведения исследований	46
3. СХЕМА ОПЫТА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ, ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТА И ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРЕПАРАТОВ.....	52
3.1 Схема опыта	52
3.2 Методика проведения исследований	53
3.3 Агротехника возделывания нута на опытном участке	55
3.4 Характеристика сорта.....	57
3.5 Характеристика используемых препаратов	58
4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО МОРФОЛОГИИ И ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОСЕВОВ НУТА	62
4.1. Густота посевов нута	62

4.2 Высота растений нута, высота прикрепления нижнего боба.....	70
4.3 Особенности формирования надземной биомассы нута	77
4.4 Фотосинтетическая деятельность посевов нута	82
4.5 Влияние инокулянтов на содержание клубеньковых бактерий.....	92
5.ВЛИЯНИЕ ПРЕДЛАГАЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НУТА НА ЕГО ПРОДУКТИВНОСТЬ	98
5.1. Элементы структуры урожая нута	97
5.2 Влияние приемов возделывания на урожайность нута	103
5.3 Влияние приемов возделывания на содержание белка в зерне нута ...	109
6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫХ ПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НУТА.....	112
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	115
РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ	119
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ.....	119
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	119
ПРИЛОЖЕНИЯ	138

Введение

Актуальность темы исследования. На сегодняшний день одной из наиболее актуальных задач современного сельского хозяйства является наращивание производства объемов растительного белка, в связи с чем возделывание зернобобовых культур становится все более широко распространенным.

По валовому производству нут в мире среди зернобобовых культур занимает третье место. Его отличительными особенностями и достоинствами являются высокая засухо- и жароустойчивость. Семена этой культуры содержат необходимые вещества, витамины и микроэлементы в оптимальном соотношении, что дает возможность возделывать нут в регионах, характеризующихся засушливыми почвенно-климатическими условиями.

В последнее время нут становится все более популярным в засушливых условиях Саратовского региона (особенно Левобережья). Именно здесь природно-климатические условия наиболее подходят для полноценного роста и развития этой бобовой культуры, обладающей мощной корневой системой и экономно расходующей влагу. Так, площади посевов нута в Саратовской области в 2022 г. составили 118 тыс. га, а в 2023 г. – 165 тыс. га, т.е. рост составил порядка 40 %.

Достичь повышения продуктивности нута и особенно повышения урожайности возможно при проведении агромероприятий, среди которых важную роль играет проведение предпосевной инокуляции семян и фоллиарных обработок микроудобрениями, что в свою очередь обуславливает повышение засухо- и жароустойчивости растений и, как следствие, качества зерна.

На сегодняшний день особую популярность приобретают минеральные микроудобрения, которые характеризуются малым расходом на единицу площади, что обеспечивает снижение затрат сельхозтоваропроизводителей при возделывании бобовых культур, а также нивелирует негативное воздействие на окружающую среду.

В связи с вышеизложенным проблема повышения продуктивности нута посредством научно обоснованного подбора микроудобрений и инокулирующих препаратов, а также способов и сроков их применения в засушливых условиях Саратовского Заволжья крайне актуальна.

Степень ее разработанности. Научные исследования по изучению влияния инокулянтов на продуктивность и качество зерна нута проводились Н.И. Германцевой (2000), О.А. Рожанской (2005), В.В. Балашовым, А.В. Балашовым (2009), А.С. Семененко (2017), В.В. Бородычевым, К. И. Пимоновым, Е. Н. Михайленко (2018), С.А. Васильченко, Г.В. Метлиной (2020) и др. Однако, проанализировав результаты этих исследований, можно прийти к выводу, что для почвенно-климатических условий Саратовского Заволжья такой элемент агротехнологии выращивания нута, как способы внесения микроудобрений совместно с предпосевной инокуляцией семян не разработан в достаточной степени. В связи с этим и было выбрано направление исследований.

Цели и задачи. Цель исследований состояла в совершенствовании элементов технологии возделывания нута для повышения адаптации растений к неблагоприятным почвенно-климатическим факторам, увеличения урожайности и качества зерна в условиях сухостепного Заволжья с помощью использования инокулянтов и микроудобрений.

Задачи исследований:

- изучить влияние применения инокулянтов и микроудобрений на морфологические признаки нута;
- выявить зависимость фотосинтетической деятельности агроценоза нута от схемы применения инокулянтов и микроудобрений;
- установить влияние изучаемых элементов технологии возделывания культуры на структуру урожая, продуктивность нута и качество полученной продукции;
- рассчитать экономическую эффективность разработанных агроприемов при возделывании нута на каштановой почве Сухостепного Заволжья.

Научная новизна. На каштановой почве Саратовского Заволжья усовершенствованы элементы технологии возделывания нута, а именно способы и виды применяемых инокулянтов и удобрений для некорневой подкормки. При данном сочетании инокулянтов и минеральных удобрений установлены особенности формирования густоты стояния и урожайности нута. Определена зависимость качества получаемого зерна от схемы применения инокулянтов и микроудобрений. Доказана экономическая эффективность совместного применения инокулянтов и микроудобрений для выращивания нута на каштановой почве Саратовского Заволжья.

Теоретическая и практическая значимость работы. Экспериментально установлены особенности формирования густоты стояния, элементов структуры урожая и качества зерна нута на каштановой почве Саратовского Заволжья. Разработано рациональное сочетание инокуляции семян и некорневой подкормки при возделывании нута сорта Краснокутский 36, обеспечивающее рентабельность 203,0 %. Определены эффективное сочетание, виды и способы внесения инокулянтов и микроудобрений в почвенно-климатических условиях сухостепной зоны Саратовского Левобережья, применение которых позволяет получить до 1,70 т зерна с 1 га. Разработанные схемы применения инокулянтов и микроудобрений нута сорта Краснокутский 36 внедрены на площади 240 га в ФГБНУ "Краснокутская СОС НИИСХ Юго-Востока". Экономический эффект составил 4,5 тыс. руб. на 1 га.

Методология и методы исследования. Методология основана на анализе научной литературы по изучаемой проблеме российских и зарубежных авторов. В работе использованы теоретические методы: системный анализ, математическая статистика (дисперсионный анализ результатов экспериментов); экспериментальные – полевые опыты.

Положения, выносимые на защиту:

– влияние применения инокулянтов и микроудобрений на морфологические признаки нута;

- особенности фотосинтетической деятельности агроценоза нута на каштановой почве в зоне сухостепного Заволжья в зависимости от изучаемых агроприемов;

– характер влияния различных видов инокуляции семян и сроков внесения микроудобрений на структуру урожая, продуктивность и качество зерна нута;

– расчет экономической эффективности изучаемых агроприемов.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность результатов диссертационного исследования обуславливается применением апробированных методик проведения экспериментов, их статистической обработкой, проверкой разработанных агроприемов технологии возделывания нута в производственных условиях.

Основные результаты исследований были доложены на международных научно-практических конференциях: Правовые, экономические и экологические аспекты рационального использования земельных ресурсов (Саратов, 2019); «Вавиловские чтения» (Саратов, 2019-2022), ежегодных конференциях профессорско-преподавательского состава и аспирантов Вавиловского университета (Саратов, 2019-2022).

Публикации. По материалам диссертационных исследований опубликовано 6 научных работ, в том числе 3 статьи – в журналах, входящих в список изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ для публикации материалов докторских и кандидатских диссертаций.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 6 глав, заключения и предложений производству. Изложена на 179 страницах и включает в себя 24 таблицы, 6 рисунков и 40 приложений. Список литературы представлен 150 наименованиями, из них 18 на иностранных языках.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В мире нут занимает третье место по площади в структуре посевных площадей. Его посевные площади уже превысили 13 млн га, в России площади, занятые нутом составляют в районе 500 тыс. га, основные территории возделывания это Средневолжские и Нижневолжские области, Урал, Западная Сибирь и Северный Кавказ. В Саратовской области нут возделывается на площади более 200 тыс. га, но с каждым годом площади, занятые этой культурой, растут в связи с высоким спросом на внешних рынках и высокой ценой реализации.

Из преимуществ возделывания данной культуры следует отметить высокую устойчивость к повреждению вредителями, высокое прикрепление нижних бобов, которые при созревании не растрескиваются и не осыпаются, неполегающий стебель и отсутствие необходимости приобретать специализированные комбайны для его уборки (Васин В.Г., 2015; Ерохин А.И., 2015; Гринько А. В., Вошедский Н. Н., Кулыгин В. А., 2019).

Основным сдерживающим фактором распространения нута в Среднем и Нижнем Поволжье является недостаток влаги в течение вегетационного периода, а также отсутствие осадков в критические периоды роста и развития этой культуры, что приводит к снижению количества и качества урожая нута.

В настоящее время учёные отмечают тенденцию нарастания аридности климата и значительное отклонение погодных условий от среднемноголетних показателей. Рост суммы активных температур и снижение количества осадков в течение вегетационного периода приводит к учащающимся стрессам растений, особенно в богарных условиях, что в конечном итоге приводит к снижению продуктивности сельскохозяйственных культур. Поддержанию продуктивности севооборота при таких тенденциях может помочь совершенствование структуры посевных площадей путём введения в неё потенциально засухоустойчивых культур, таких как нут (Hall C., Hillen C., Robinson J. G., 2017).

В связи с тем что нут является культурой умеренного климата, возделывание его в более засушливых зонах требует совершенствования технологии возделывания и применения современных приёмов повышения устойчивости растений и повышения урожайности. Однако при наличии общих рекомендаций по зонам возделывания недостаточно подробно разработаны технологии учитывающие особенности погодных условий вегетационного периода, современные удобрения для некорневой подкормки, инокуляция семян и их эффективность применимо к биологическим особенностям культуры (Гатаулина Г. Г., Бельшкіна М. Е., 2017; Gollany H.T., DelGrosso S.J., Dell C.J., Adler P.R., 2021).

В настоящее время вектор развития сельского хозяйства смещается в сторону технологий биологизации земледелия, основным аспектом данного направления является сохранение плодородия почвы и повышение продуктивности сельскохозяйственных угодий за счёт активации биологических ресурсов. Одним из приёмов повышения продуктивности зернобобовых является применение биопрепаратов и стимуляторов роста, которые способствуют лучшему развитию клубеньков на корнях растений, эффективность данного приёма доказана в исследованиях большого количества учёных.

Опыты по совершенствованию технологии возделывания нута проведённые Российскими учёными показывают, что эта культура достаточно отзывчива на корректировку норм высева, доз минеральных удобрений, некорневые подкормки микроудобрениями и биопрепаратами, обработку и инокуляцию семян перед посевом. Удобрения для некорневых подкорок с микроэлементами находят всё большее применение в технологии возделывания сельскохозяйственных культур (Пимонов К.И., 2010; Балашов В.В., 2013; Васильченко С.А., Метлина Г.В., 2017).

Исходя из вышеизложенного, наши исследования посвящены актуальной проблеме – совершенствованию технологии возделывания нута в условиях Сухостепного Заволжья путём применения современных препаратов для инокуляции семян и некорневых подкорок удобрениями, включающими в свой состав различные микро- и макроэлементы.

1.1 Агробиологические особенности нута

Зернобобовая культура нут вследствие широкой распространенности в южных регионах достаточно хорошо изучена в трудах многих исследователей. Благодаря широкому применению в богарных севооборотах и перспективности данной культуры имеется большое количество материала по технологии возделывания и применению приёмов повышения её продуктивности (Попов М.Г., 1937; Мирошниченко И.И., Павлова А.М., 1953; Ванифатьев А.Г., 1981; Сеферова И.В., 1994; Германцева Н.И., 2000; Столяров О.В., Федотов В.Л., Демченко Н.И., 2004; Рожанская О.А., 2005; Балашов В.В., Балашов А.В., 2009; Семененко А.С., 2017; Бородычев В. В., Пимонов К. И., Михайленко Е. Н., 2018; Васильченко С.А., Метлина Г.В., 2020; Агапова С. А., Москвичев А. Ю., 2021; Вошедский Н.Н., Кулыгин В.А., 2022). Имеются исследования группы учёных по возделыванию нута в Центральном Предкавказье (Абаев А.А., Тедеева А.А., Тедеева В.В., 2015; Тедеева В.В., 2020; Абдуселимова Р.В., Мусаев М.Р., Магомедова А.А., Мусаева З.М., 2022).

В степном Зауралье нут широко исследовался в работах групп учёных (Хасанов Г.А., Суюндуков Я.Т., Мухаметдинова Г.А., 2002, 2003 Суюндуков; Я.Т., Надежкин С.Н., Хасанов Г. А., 2007). Отдельные исследования в условиях производства ведутся с учеными БГАУ (Нурлыгаянов Р.Б., Якупова Р.А., Погорелов Ю.В., 2021).

Нут (*Cicer arietinum* L.) входит в род *Cicer*, подсемейство *Popilinatoe* (мотыльковых).

Нут имеет множество названий: гнут, горох турецкий, chickpeas, нохут, горох бараний, гарбанзо и др.

Существует два основных типа нута: *desi*, который занимает 85 % площадей от доли всего нута, и *kabuli*, на который приходится 15 % площадей (Вавилов Н.И., 1921; Нурлыгаянов Р.Б., Гиниятова Ф.Ф., Зайнагабтдинов А.Ф., 2020).

По питательной ценности нут превосходит по многим показателям другие зернобобовые культуры, как высокобелковая культура он содержит больше фосфора, калия и магния. В его семенах на 2,0 и 0,4 % больше белка, чем в горохе

и фасоли соответственно, но содержится на 3,0 % меньше клетчатки (Германцева Н.И., 2000).

Белки нута представляют собой сложный комплекс высокорастворимых индивидуальных белков, растворимость в воде составляет порядка 60 %, а в кислом растворе может достигать 90 %. Белок нута близок к белку животного происхождения (Касьянов Р.О., Смолковская О.В., Белова С.Н., 2020; Нурлыгаянов Р.Б., Якупова Р.А., Погорелов Ю.В., 2021).

Нут представляет собой однолетнее травянистое растение. В условиях резко континентального климата эта культура является перспективной благодаря неплохой холодо- и засухоустойчивости. Засухоустойчивость обеспечивается благодаря хорошо развитой корневой системе стержневого строения, которая может развиваться до 2,5 м и отличается сильной ветвистостью, появлением в процессе роста и развития корней второго порядка, которые в свою очередь образуют корни третьего порядка, четвёртого и т. д. (Константинович П.Н., 1926; Гуляев В.Р., 1946; Столяров О. В., Федотов В. А., Демченко Н. И., 2004; Суюндуков Я.Т., Надежин С.Н., Хасанов Г.А., 2007; Балашов В.В., Балашов А.В., 2009, 2013; Германцева Н.И., Балашов А.В., Зотиков В.И., Донская М.В., Наумкина Т.С., Глазков А.В., Наумкин В.В., Ревякин Е.Л., 2015).

К особенностям развития корневой системы нута относится её высокая пластичность, привязанная к почвенным условиям и сильно зависящая от водно-физических свойств. В разрыхлённом пахотном слое почвы и достаточной влажности стержневая корневая система с разветвлённым корнем хорошо развивается и функционирует, но при неблагоприятных условиях она может распространяться вниз по профилю для получения доступ к влаге и питательным веществам из нижних горизонтов почвы.

В начальные фазы роста от фазы всходов до фазы ветвления развитие корней нута происходит наиболее интенсивно. По данным учёных, занимающихся вопросами вегетативного развития растений нута, выявлено, что к концу 20 суток развития растений от фазы всходов объём корневой системы в 1,2 раза превышает

объём вегетативной массы, развитой над поверхностью почвы (Васин В.Г., Васин А.В., Ельчанинов Н.Н., 2019; Балашов В.В. Балашов А., 2021).

Отличительной особенностью корневой системы нута и других бобовых культур является то, что на корнях растения обитают симбиотические микроорганизмы - клубеньковые бактерии порядка *Rhizobiales*, которые способны усваивать неорганический атмосферный азот и в дальнейшем обеспечивать растения этим элементом. Суть этого процесса заключается в том, что растение обеспечивает клубеньковые бактерии углеводами, полученными в результате фотосинтеза, клубеньковые бактерии способны потреблять до 35 % углеводов, производимых культурой. В свою очередь, потребляя углеводы, бактерии осуществляют азотфиксацию и после запахивания в почву обогащают её азотом. По данным учёных, симбиоз растений нута с бактериями вида *Mezorhizobiumciceri* при благоприятных условиях произрастания позволяет накопить за вегетацию 110-140 кг/га молекулярного азота из почвенного воздуха, что способно обеспечить урожайность семян на уровне 15-25 ц/га. (Суюндукова М.Б., Уракова В.М., Суюндуков Я.Т., Хасанова Р.Ф., 2017; Гурьев Г.П., Васильчиков А.Г., 2017; Михеев Н.В., Гармашова Т.Ю., 2019; Старцев В. И., Закабунина Е. Н., Глинушкин А. П., Старцева Л. В., 2020).

И.А. Тихонович и Н.А. Проворов (2005) показали, что у бобовых культур, окультуривание и селекция которых длится уже долгий период времени, способ получения азота преобладающе автотрофный. Исключение составляют соя и фасоль – у них способы питания азотом выражены в равной мере, то есть эффективность автотрофного и симбиотрофного питания одинаковы. Для культур малораспространённых в мировом земледелии симбиотрофный тип питания преобладает над автотрофным. Также отмечено что разные сорта по-разному реагируют на инокуляцию, для некоторых наиболее эффективно применение азотных удобрений (Тихонович И.А., Проворов Н.А., 1998).

Стебель растения нута является основой его вегетативной части, он жесткий и прямой, способен сильно ветвиться при благоприятных почвенных и климатических условиях произрастания. Стебель в зависимости от сорта и условий

произрастания может быть ребристым, изогнутым, прямым, реже лежачим и ветвящимся. К фазе созревания бобов стебель и побочные ветви становятся твёрдыми и деревенеют (Новикова Н.Е., 2002).

Цвет всходов нута варьирует от зелёного до красно-фиолетового, семядоли при прорастании остаются в грунте.

Высота надземной части растений нута зависит в основном от генетических и сортовых особенностей, но может варьировать в определённых пределах в зависимости от условий произрастания от 20 до 80 см. По данным учёных, при достаточной обеспеченности влагой высота растений может быть выше чем в засушливые годы в полтора раза.

Одним из важных показателей продуктивности нута также является высота прикрепления нижнего боба, он определяет потери урожая при проведении механизированной уборки, нижние бобы являются наиболее выполненными и крупными и низкое их прикрепление приводит к тому, что жатка не может срезать стебель так низко и часть урожая остаётся в поле.

Листья нута сложные, непарноперистые, мелкие, эллиптической или обратно яйцевидной формы с мелкозубчатыми краями прикреплены к стеблю укороченным черенком. Листочков образуется от 11 до 19 штук, прилистники 3, 4-зубчатые. Листовые пластинки имеют хорошее опушение. Число листовых пластинок на листьях неодинаковое, в верхних и нижних ярусах их количество уменьшается, а в середине растения увеличивается. В окрасе листьев преобладает зелёный цвет с тёмно- и светло-зелёными прожилками.

Окрас цветов не меняется от условий произрастания и является постоянным признаком сорта (Павленко В.Н., Петров Ю.Н., 2014).

Плод нута – боб, овальный, близкий к форме шара, вздутый, железисто-опушен. Окрас бобов в фазу полной спелости варьирует в зависимости от сорта от фиолетового до светло-желтого. Размеры бобов составляют в среднем 16-18 мм, но могут достигать 40 мм, они устойчивы к растрескиванию, что позволяет проводить уборку с использованием прямого комбайнирования и избежать при этом потерь. Количество бобов на растении является показателем, сильно варьирующим от

условий произрастания культуры и соблюдения агротехники возделывания. В бобе нута формируется от одного до двух зёрен, но иногда отмечается наличие и большего количества зёрен в бобе.

Зерно нута имеет гороховидную форму, но у отдельных сортов встречаются также угловатые семена. Основное отличие зерна нута от зерна других зернобобовых культур заключается в наличии вытянутой заострённой части (клювика). Цвет зёрен сильно разнится от белого до песочных, желтоватых и более тёмных оттенков и зависит в большей степени от генетических особенностей сорта и разновидности. Зерна нута по массе 1000 семян подразделяются на классы: менее 50 г – очень мелкие, от 51 до 150 г – мелкие, от 151 до 250 г – средние, от 251 до 350 г – крупные, выше 350 г – очень крупные (Vital R. G., 2019).

Особенности роста и развития нута заключаются в длительном вегетационном периоде и, как следствие, подверженности неблагоприятным условиям летних засух. Период образования репродуктивных органов наступает рано, но способность образования новых репродуктивных органов сохраняется на протяжении практически всего вегетационного периода что приводит к неравномерности созревания бобов.

С фазы всходов и роста вегетативной массы на протяжении длительного периода постоянно закладываются новые пазушные цветки и в то же время происходит рост и развитие бобов, благодаря этой особенности сорта нута обладают высокой потенциальной продуктивностью, но зачастую низкой фактической урожайностью (Кираев Р.С., Амирханов Д.В., Леонтьев И.П., 2015; Таспаев Н.С., 2018).

Нормальный рост и развитие растений происходит при продолжительности светового периода более 9 часов в сутки. В случае снижения длины светового дня менее девяти часов происходит нарушение нормального развития растений, что выражается в снижении линейного роста растений в два раза, а в отдельных случаях в три раза и повышению ветвистости (Суюндукова М.Б., Уракова В.М., Суюндуков Я.Т., Хасанова Р.Ф., 2017).

По отношению к теплу нут относится к группе холодостойких растений. Семена начинают прорастать при достижении почвой температуры от 6 до 8 °С, но процесс прорастания при таких температурах идёт медленно и в полевых условиях приводит к неравномерности и изреженности всходов. При температурах почвы на уровне 3-5°С всходы нута появляются на третью или четвёртую неделю, при температурах 8-10°С уже на 10-е сутки. Для получения дружных всходов необходимо поддержание температур на уровне 15-18°С. Усиление процессов прорастания семян и увеличение всхожести до уровня 100 % продолжается при достижении температурного режима 35°С. Всходы нута способны без последствий переносить кратковременные понижения температур до 5-6°С.

Сумма активных температур необходимая для полного завершения периода вегетации составляет в пределах от 1700 до 2100 °С. Для стабильного протекания процессов роста и развития растений без стрессов и отставания в росте температура окружающей среды должна составлять 22-28°С. Критическими периодами по отношению к теплу у нута являются периоды цветения и бобообразования. Снижение температур атмосферы в эти периоды ниже 20°С приводит к нарушению процессов завязывания бобов или появлению пустых бобов без зерновок.

В связи с этим, несмотря на множественные утверждения, что нут – это холодостойкая культура, следует учитывать, что при этом он является теплолюбивым растением. В связи с хорошей устойчивостью к засухе нут наиболее распространён в районах с жарким и засушливым климатом. Также эта культура имеет высокую степень адаптации к погодным условиям резко континентального климата и среди зернобобовых культур обладает самой высокой морозостойкостью. Имеется успешный опыт возделывания нута как озимой культуры с проведением посева в осенний период, после развития корневой системы растения способны выдерживать под снежным покровом температуры до -20°С, после чего, рано весной, способны выдерживать понижения температуры до -15°С (Балакай Г.Т., Селецкий С.А., 2019).

По отношению к почвенным условиям нут является нетребовательной к плодородию культурой, так как самостоятельно способен восполнять азотный

дефицит. Существуют исследования успешного возделывания нута на каменистых и бесструктурных почвах, тем не менее имеются исследования неудачного опыта возделывания нута на тяжелосуглинистых, заболоченных почвах или на почвах с близким залеганием грунтовых вод. Наибольшие урожаи получены при возделывании этой культуры на чернозёмных почвах, а также успешные результаты показывает опыт возделывания нута на каштановых, лесных и суглинистых почвах с реакцией среды близкой к нейтральной (Мишустин Е.Н., Шильникова В.К., 1973; Олеспир Р.В., Самойленко Е.А., 2019).

По отношению к влаге культура отличается хорошей засухоустойчивостью и практически без последствий переносит непродолжительный недостаток влаги, что является важным фактором расширения её площадей в условиях аридных и полуаридных зон, в зоне Левобережья Нижнего Поволжья. Климатические условия места проведения исследований характеризуются острым дефицитом почвенной влаги в летний период, частой повторяемостью засух и суховеев, что делает влагу лимитирующим фактором при возделывании всех сельскохозяйственных культур. С целью совершенствования систем земледелия в складывающихся условиях территории применяется введение в структуру посевных площадей устойчивых к засухе культур и районированных сортов. Адаптационный механизм основан на том, что вода в клетках растений нута содержится в большей степени в связанной форме и в меньшей степени в свободной форме, что способствует снижению испарения (Мустанов С.Б., Мустанова З.Б., Хусанбоев А.Б., 2022; Парамонов А.В., Козлов А.А., Романов Б.В., Гуленок Р.А., 2022).

Нут – растение-ксерофит, он обладает всеми особенностями специфического строения тканей и органов ксерофитов, которые обуславливают повышенную засухоустойчивость. К ним относятся: волосковое покрытие, которое позволяет экономно потреблять и расходовать влагу, хорошо развитая корневая система, позволяющая произрастать даже на почвах с низким плодородием, а также способность приостанавливать физиологические процессы в периоды стрессовых условий окружающей среды, что позволяет растениям выживать и продолжать продукционный процесс при возобновлении притока необходимых ресурсов без

последствий для снижения урожайности семян. Нут высоко отзывчив на возделывание в условиях орошения, он ускоряет созревание урожая и даёт значительные прибавки по сравнению с богарными условиями (Гиниятова Ф.Ф., Зайнагабдинов А.Ф., Нурлыгаянов Р.Б., 2020).

Также одной из особенностей отношения растений нута к климатическим условиям наряду с хорошей устойчивостью к засухам и высоким температурам воздуха является отрицательное влияние на рост и развитие низких температур вегетационного периода в совокупности с переувлажнением. Наиболее сильно данные условия оказывают негативное воздействие в критические фазы роста: цветение и бобообразование. В таких условиях возрастает вероятность поражения болезнями: аскохитозом и фузариозом, возбудителем которых являются грибы. При большом количестве осадков и низких температурах возрастает влажность воздуха, что в фазу цветения приводит к снижению интенсивности и качества опыления цветков в связи со склеиванием пыльцевых зерен. В конечном итоге это приводит к задержке цветения, опадению завязей и, как следствие, снижению числа зёрен в бобе (Васин В.Г., Новиков А.В., Бурунов А.Н., 2019).

Все вышеперечисленные особенности могут привести к снижению продуктивности растений нута как в сильно засушливые годы, которые наиболее часто проявляются в условиях Заволжья Саратовской области, так и в годы с влажной весной и пониженными температурами воздуха, что тоже является нередким явлением для зоны проведения исследований. На снижение продуктивности также могут повлиять ливневые осадки с понижением температуры воздуха в критические фазы развития растений нута (Вавилов П.П., Посыпанов, Г.С., 1983).

В большей степени определяющим урожайность зернобобовых культур в том числе и нута являются условия вегетации растений, а конкретно - тепловлагообеспеченность. Следует учитывать, что различные зернобобовые культуры имеют биологические отличия потребности в погодных факторах влаги и тепла по фазам развития. В фазу прорастания зерна нута его семена потребляют количество воды превышающее собственную массу. После фазы всходов

происходит интенсивный рост надземной части растения и корневой системы, и в этот период растение нуждается во влаге и оптимальных температурах воздуха. После укоренения благодаря глубоко развивающейся корневой системе растение способно потреблять влагу и элементы питания с глубоких горизонтов, что делает его более устойчивым к внешним факторам. (Толоконников В.В., Кошкарлова Т.С., Канцер Г.П., Кожухов И.В., 2018; Вошедский Н. Н., Кулыгин В. А., 2019; Вошедский Н. Н., Кулыгин В. А., 2022).

1.2 Эффективность инокуляции семян при возделывании нута

Бобово-ризобиальный симбиоз представляет из себя сложную биологическую систему, эффективность которой напрямую зависит от факторов внешней среды, а именно наличия в почве достаточного количества специфических бактерий, обеспеченностью растений элементами минерального питания и отсутствие стрессовых факторов. На интенсивность усвоения молекулярного азота из атмосферы влияет физиологическое состояние растений, а также активность и вирулентность бактерий. В случае угнетения растений нута или отсутствия почвенных факторов для развития клубеньков, растения формируют урожай только путем автотрофного питания минеральным азотом почвы и удобрений. Для повышения эффективности процесса фиксации атмосферного азота применяют инокуляцию семян препаратами содержащие бактерии. По многочисленным результатам исследований, высокую эффективность показывает обработка семян зернобобовых культур ризоторфином (Шевцова Л.П., Шьюрова Н.А., Марухненко А.И., 2017; Фартуков С.В., Шьюрова Н.А., Нарушев В.Б., 2018).

На начальном этапе возделывания сельскохозяйственных культур важно получить дружные и здоровые всходы, для этого необходимо добиться увеличения энергии прорастания и защитить семена и проростки от вредителей и патогенных микроорганизмов. С целью обеспечения этих требований применяется протравливание семян и обработка семян сельскохозяйственных культур инокулянтами. Комплекс этих приёмов не только защищает всходы, но и даёт

стартовое питание молодым растениям, что позволяет им быстрее развивать корневую систему и быть более устойчивыми к негативным факторам на поздних этапах развития (Амелин А.В., 2001).

В настоящее время повсеместно наблюдается тенденция снижения доз внесения минеральных удобрений, что приводит к снижению плодородия почв и продуктивности возделываемых культур. Другим актуальным направлением науки является поиск альтернативных источников элементов питания, использование новых видов минералов, руд и отходов производства с целью снижения затрат на внесение минеральных удобрений. Одним из приёмов способных в какой-то степени решить эту проблему является поглощение азота из воздуха с помощью фиксации его в ризосфере зернобобовых культур, данный приём способен существенным образом изменить азотный фонд почвы. Применение микробных препаратов для стимуляции азотфиксирующей способности может служить эффективным приемом биологизации сельскохозяйственного производства (Kozhagaliyeva R.Z., Narushev V.B., Subbotin A.G., Letuchiy A.V., Belyaeva A.A., 2018; Васин А.В., 2014; Неверов А.А., 2022).

Тенденция снижения почвенного плодородия делает всё более проблематичным выполнение задачи повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Выходом из этой ситуации является увеличение доз внесения минеральных удобрений, но отрицательным эффектом данного приёма является негативное влияние удобрений на биологическое равновесие почвы и угнетение почвенной биоты. В связи с этим альтернативным способом восполнения азота в почве является использование его биологической формы, фиксируемой микроорганизмами за счёт расширения посевов зернобобовых культур. Клубеньковые бактерии, образующиеся на корнях зернобобовых за счёт симбиоза, фиксируют значительное количество биологического азота что способствует восстановлению азотного баланса в почве, но для эффективного протекания этого процесса необходимо наличие в почве определённых вирулентных штаммов ризобий (Тихонович И.А., Проворов Н.А., 1998; Акулов А.С., Беляева Ж.А., 2015).

Фиксация азота из атмосферного воздуха бактериями *Rhizobium* является отличительной чертой бобовых культур, но эффективность этого процесса может значительно снижаться при плохом развитии растения, так как клубеньки получают питание в результате фотосинтеза растения, с корневой системой которого они вступили в симбиоз. Также негативно сказывается на процессе азотфиксации отсутствие в почве бактерий нужного вида, в результате чего клубеньки не образуются. В связи с этим обязательным приёмом, позволяющим избежать подобных случаев, является инокуляция семян бактериями типа *Mesorhizobium ciceri*, которые поглощаются корнями растений через корневые волоски, активно размножаются и распространяются, формируя в процессе деления клеток клубеньки (Синеговская В.Т., 2001; Сидорова К.К., Шумный В.К., Назарюк В.М., 2006; Li T.T., Zhang J.D., Tang J.Q., Liu Z.C., Li Y.Q., Chen J., Zou L.W., 2020).

Для обеспечения наличия в почве этих штаммов проводят инокуляцию семян препаратами типа Ризоторфин, но эффективность данного приёма сильно зависит от почвенно-климатических условий и состояния культуры, в связи с этим изучение приёмов повышения эффективности инокуляции семян зернобобовых культур на данный момент по-прежнему является актуальной задачей современной науки.

Одним из важнейших параметров почвы, обеспечивающих эффективность процессов азотфиксации, является наличие в ней клубеньковых бактерий. Имеются результаты исследований, проведённых на серозёмных почвах Гиссарской долины, согласно которым, при изначальном отсутствии в почвах клубеньковых бактерий периодическое возделывание нута приводит к появлению и накоплению штаммов ризобий даже без инокуляции семян. Это обуславливается тем, что в отсутствие растения-хозяина титр клубеньковых бактерий в почве падает, иногда они исчезают совсем. Это позволило исследователям утверждать, что при благоприятных условиях растения нута способны фиксировать азот воздуха уже на 12-й день после всходов.

Применение инокуляции семян нута перед посевом активными штаммами ризобий в условиях правобережной Лесостепи на серых лесных среднесуглинистых почвах показало, что симбиотический аппарат развивается быстрее и мощность его возрастает в сравнении с естественными условиями. В результате проведения исследований было доказано, что на варианте с инокуляцией семян возрастает масса клубеньков по сравнению с контролем. Различий по количеству конечной продукции не наблюдается, что позволяет сделать вывод о том, что число клубеньков на растении не играет большой роли в увеличении симбиотического потенциала, а большее влияние играет их масса. Исследования показали, что усвоение азота воздуха на посевах нута составляет от 60 до 164 кг/га по вариантам опыта, т.е. 58 % от общего потребления (Телекало Н.В., 2014).

В условиях Центрального Таджикистана на серых лесных почвах при проведении предпосевной инокуляции семян активными штаммами ризобий отмечено улучшение пищевого режима почвы, увеличение ассимиляционной поверхности растений нута и повышение урожайности семян. Дополнительно применение фосфорных и борных удобрений создало оптимальные условия для симбиотической азотфиксации, на этих вариантах получена наибольшая урожайность семян. У сорта Муктадир она составила 24,8 ц/га, что выше контроля на 8,3 ц/га, на варианте с сортом Зимистони - 24,1 ц/га, прибавка к контролю равнялась 8,6 ц/га (Бухориев Т.А., Шомахмадзода М.К., 2022).

Согласно Г.В Хелдту и др., инокуляция семян биопрепаратами на основе штаммов азотфиксирующих бактерий также повышала показатели структуры урожая, увеличивая массу семян с растения на 0,56 и 0,80 г и обеспечивая рост числа клубеньков на корнях растений нута: если на контроле число клубеньков составило 3,2 шт., то на вариантах с обработкой семян изучаемыми штаммами ризоторфина их число возросло до 5,5 до 9,6 шт. на одном растении (Хелдт Г.В., 2011; Васильченко С.А., Метлина Г.В., Лактионов Ю.В., 2018).

Опыты по изучению штаммов клубеньковых бактерий нута *Mesorhizobium ciceri* – продуцентов инокулянта Ризоторфин, проведённые в 2015-2017 гг. С.В

Васильченко и др. (2018), показали достоверное повышение массы семян с растения и массы 1000 семян по сравнению с контролем на 0,79 и 16,4 г, количество семян в бобе растений нута также достоверно превышало контроль, прибавка составила от 5,8 до 6,6 шт. Применение изучаемых штаммов Ризоторфина оказало влияние на повышение урожайности семян, которое выросло по отношению к контролю на 0,22 - 0,49 т/га, или на 10,8-24,3 % (Васильченко С.А., Метлина Г.В., Лактионов Ю.В., Кожемяков А.П., 2018).

Одной из особенностей проведения инокуляции азотфиксирующими бактериями является соблюдение совместимости инокулянтов с химическими средствами защиты растений почвенного действия, применяемыми при протравливании семян. Важнейшим требованием для обеспечения работы клубеньковых бактерий является совместимость инокулянтов с протравителями. Но имеются исследования, в которых утверждается, что совместное использование инокулянтов даже с рекомендуемыми химическими протравителями всё равно подавляет жизнеспособность, скорость развития и активность бактерий. Более безопасными считаются биологические протравители, которые достаточно эффективны против грибных возбудителей болезней и инфицирующих бактерий на семенах и в то же время не оказывают негативного действия на клубеньковые бактерии (Спиридонов Ю.Я. Дудкин, И.В., Стрижков Н.И., Суминова Н.Б., 2018; Morozova L., Novakovska V., 2021).

Опыты, проведённые с биофунгицидом, в основу которого входят бактерии *Pseudomonas aureofaciens*, показали, что данная обработка семян способствует развитию антибиотических метаболитов, которые конкурируют с фитопатогенными микроорганизмами, а также производят фитогормоны улучшающие процессы роста и развития растений (Паращенко Н.В., 2018).

По результатам исследователей Л.П. Морозовой и В.Ю. Новаковська (2021), изучающих эффективность ризоторфина на бобовых, можно сделать выводы, что использование данного приёма на черноземных почвах степной зоны Поволжья значительно стимулирует симбиотические процессы, проявление симбиоза и образование клубеньков было отмечено уже на 4-й день после фазы всходов.

На протяжении 18 дней после появления всходов велись наблюдения за ростом и деятельностью живых клубеньков. По измерению их размеров, состоянию поверхности и окраске учёные оценивали эффективность применяемых приёмов (Rou G.R., Sahoo S., 2015; Satbhai S.B., 2017).

Другим способом оценки эффективности деятельности клубеньков является расчёт симбиотического потенциала, который был разработан группой исследователей для повышения качества анализа азотфиксации.

Симбиотический потенциал основывается на таких показателях, как количество клубеньков на корнях растений, продолжительность периода их жизни, и рассчитывается путём умножения массы клубеньков в килограммах с одного гектара на время их жизни в сутках.

Симбиотический потенциал в свою очередь подразделяется на общий симбиотический потенциал (ОСП) и активный симбиотический потенциал (АСП). Общий симбиотический потенциал показывает массу общей клубеньковой ткани и продолжительность её функционирования, в то время как активный симбиотический потенциал показывает количества активно функционирующих клубеньков розового или красного оттенков и длительности периода, в который они осуществляют азотфиксацию (Шумный В.К., Сидорова К.К., 1991).

Исследования инокуляции семян нута Ризоторфином, проведённые в Республике Башкортостан на дерново-подзолистых почвах, показали, что данный агроприём ускорил появление всходов на 2-й дней по сравнению с контролем и увеличил длину вегетационного периода на 12 дней. Благодаря повышению интенсивности поступления азота вследствие активации симбиотического аппарата клубеньковых бактерий увеличилось число растений на 0,5 шт./м². Урожайность культуры при обработке семян составила 1,12 т/га, в то время как на контрольном варианте она равнялась 0,85 т/га (Нурлыгаянов Р.Б., Исмагилов К.Р., Погорелов Ю.В., 2020).

Оценка биоэнергетической эффективности приёма инокуляции семян зернобобовых культур Ризоторфином, проведённая в условиях Омской области на лугово-чернозёмных почвах А.Ю. Тимохиным и В.С. Бойко (2020), показала, что

энергетический коэффициент гороха по вариантам опыта варьировал слабо от 2,49 до 3,03, также отмечено, что урожайность культуры по вариантам опыта варьировала незначительно, по мнению исследователей, это связано с высоким плодородием лугово-чернозёмных почв (Тимохин А.Ю., Бойко В.С., 2020).

По данным Х.А. Хамокова (2017), создание благоприятных условий для протекания симбиотических процессов зернобобовых культур с клубеньковыми бактериями с помощью инокуляции семян Ризоторфином позволяет обеспечить урожайность семян на уровне 25 ц/га и более за счёт полного обеспечения растений азотом. В результате исследований, проведённых в условиях степной зоны Кабардино-Балкарской Республики на чернозёмах обыкновенных, отмечено снижение процента сброса цветков на растениях семена которых были инокулированы ризоторфином. Также наблюдается повышение всех элементов структуры урожая на 10–12 %.

Дополнительно внесение минеральных азотных удобрений в почву перед посевом в дозах 30 и 60 кг д.в. не оказало ожидаемого высокого эффекта на урожайность нута в связи с тем, что растения обеспечивали сами себя азотом, фиксируемым из воздуха, и в меньшей степени потребляли минеральный азот. На вариантах с дополнительным внесением минеральных удобрений отмечено повышение массы 100 семян на 7 % при дозе 30 кг д.в. и 9 % при внесении 60 кг д.в. удобрений. Урожайность семян зернобобовых культур была наибольшей на варианте с инокуляцией семян и совместном внесении внесений минерального удобрения в дозе N₃₀ (Хамоков Х.А., 2017).

В работах Ю.И. Чевердина и др. (2021) показаны результаты оценки эффективности инокуляции семян зернобобовых культур различными штаммами микробных препаратов и их влияние на изменение эффективного плодородия черноземных почв в условиях Центрального Черноземья Воронежской области на чернозёмах обыкновенных. По данным учёных, в начале вегетации на вариантах с инокуляцией отмечено увеличение содержание нитратного азота на 0,7-1,7 мг/кг по сравнению с контролем. Установлена зависимость интенсивности развития симбионтов и накопления хлорофилла в вегетативной массе растений. Применение

изучаемого приёма позволило увеличить сбор зерна на 0,34 т/га по сравнению с контролем. Также отмечено увеличение белковости зерна нута, на варианте с инокуляцией этот показатель повысился на 1,8 %, или до 18,8 %, при этом сбор белка с единицы площади при предпосевной инокуляции биологическими штаммами повышался с 0,26 до 0,33 т/га (Чевердин Ю.И., Чевердин А.Ю., Чевердина Г.В., 2021).

В случае с биологическими регуляторами роста и инокулянтами семян большое внимание уделяется хелатным формам микроэлементов, а также лектинам и биофлавоноидам. Многими учёными отмечается их положительное влияние на посевные качества зернобобовых культур, повышение энергии прорастания и всхожести (Shahzad Z., Amtmann A., 2017; Zhang B., Cakmak I., Feng J., 2020; Tukenova Z., Mustafayev M., Alimzhanova M., Akylbekova T., Ashimuly K., 2021).

Применение биофлавоноидов на зернобобовых культурах усиливает активность антиоксидантного фермента супероксиддисмутазы в 1,2 раза, лектинов и салициловой кислоты в 1,5 раза. При этом отмечено, что обработки семян сульфатом магния приводят к снижению активности ферментов (Павловская Н.Е., Костромичева Е.В., Боева О.П., 2021).

Влияние регуляторов роста на процессы развития растений нута подробно изучены в работах И.М. Ханиева и З.З. Тарашевой (2016) в условиях выщелоченных чернозёмов Кабардино-Балкарской Республики. Применение препаратов Ризоторфин, Альбит, Биосил и Гумистим на фоне внесения минеральных удобрений положительно влияло на показатели всхожести семян, энергию прорастания, а также фотосинтетическую деятельность растений нута. Обработка семян изучаемыми препаратами повышала количество бобов на растении и массу 1000 семян. Наибольший эффект отмечен при использовании регулятора роста Альбит (Ханиева И.М., Тарашева З.З., 2016).

Инокуляция семян нута микробными штаммами повышает содержание элементов питания в почве и в большей степени нитратного азота. Уже в начальные периоды роста на вариантах с инокуляцией семян отмечено повышение содержания $N-NO_3$ до 10,8 %. Биопрепараты оказывали положительное

воздействие на обеспечение растений нута доступным фосфором и калием в фазу всходов растений нута. Содержание фосфора под влиянием инокулянтов повысилось до 38,5 %, калия – до 46,7 %.

В исследованиях также установлена корреляционная зависимость между количеством нитратного азота в почве и величиной накопления зеленых пигментов в листьях растений нута, количество хлорофилла повышалось при использовании активных штаммов симбионтов. Наибольшее его количество отмечено при инокуляции на уровне 15,6 %. При этом в большей степени инокулянты оказывают влияние на величину хлорофилла А (Шеуджен А.Х., Онищенко Л.М., Дроздова В.В., Лебедовский И.А., Осипов, М.А., 2017; Чевердин Ю.И., Чевердин А.Ю., Чевердина Г.В., 2021).

В других исследованиях, проведённых в условиях Центрального Черноземья на чернозёмах обыкновенных, отмечается, что применение инокуляции нута препаратами на основе симбиотических азотфиксаторов способно увеличить урожайность нута по сравнению с контролем на 3,4 ц/га. Более высокую продуктивность обеспечивал вариант с предпосевной инокуляцией семян штаммом 522 – с 15,1 до 18,5 ц/га. Близкие значения повышения сбора зерна получены при использовании штаммов 527, Н-27 и 065 – 17,4-17,7 ц/га (Sautkina M.Yu., Cheverdin Yu.I., 2020).

Применение в качестве инокулянта препарата на основе ризосферных азотофиксирующих бактерий Экстрасол, Агат-25К и Ризоторфин при обработке семян нута перед посевом показало, что Экстрасол и Агат-25К в большей степени влияли на полевую всхожесть семян нута. Также на этих вариантах отмечена более высокая сохранность растений к уборке и, как следствие, более высокая густота стояния.

Наблюдения за продолжительностью периода вегетации позволили сделать вывод о том, что использование ростостимулятора Агат 25К сократило период вегетации по сравнению с контрольным вариантом за счёт ускорения периода созревания семян в результате стимуляции ростовых и репродукционных

процессов. При использовании Экстрасола отмечено повышение числа боковых стеблей растений, что привело к увеличению периода вегетации.

Анализ индекса листовой поверхности показал, что на варианте с применением Агат 25 он был наибольшим по сравнению с контролем и составил $3,48 \text{ м}^2/\text{м}^2$, что выше контроля на $1,34 \text{ м}^2/\text{м}^2$, или на 62,6 %.

В результате проведения исследований получены результаты эффективного влияния изучаемых препаратов на повышение урожайности нута. Наибольшая прибавка урожайности отмечена при предпосевной обработке семян ростостимулятором Агат 25К - 3,86 и 4,68 т/га, что превышало урожай контрольных посевов более чем в два раза (Шевцова Л.П., Шьюрова Н.А., Марухненко А.И., 2017).

В опытах, проведённых с Экстрасолом, отмечено его влияние на увеличение энергии прорастания, повышение всхожести семян и ускорение процессов роста и накопления биомассы, что приводит к росту урожайности до 15 %.

Таким образом, применение новых эффективных экологически чистых препаратов для повышения продуктивности сельскохозяйственных культур является перспективным направлением развития сельского хозяйства, рост интереса к подобным исследованиям усиливается в связи с увеличением химизации производства сельскохозяйственных культур. Применение биологических препаратов на семенах нута позволяет улучшить посевные качества семян и повысить продуктивность растений. Также многие применяемые регуляторы роста на органической основе при использовании их в качестве инокулянта семян способны оказывать иммуностимулирующее действие, что повышает устойчивость проростков к болезням и вредителям (Ерохин А.И., 2019).

1.3 Листовые подкормки в технологии возделывания зернобобовых культур

Высокая эффективность некорневых подкормок удобрениями, содержащими преимущественно азот, а также комплекс элементов питания при выращивании зернобобовых культур отмечена многими учёными. По данному вопросу имеется

большое количество исследований, проведённых в различных почвенно-климатических условиях

В основе жизнедеятельности растений лежат процессы передачи вещества и энергии между организмом и внешней средой и между клетками и органами растения. Нормальное протекание всех процессов, физиологических и биологических реакций в растении должно сопровождаться сбалансированным поступлением определённых химических элементов. Подход к повышению эффективности питания растений за счёт минеральных удобрений должен строиться на понимании потребности, свойств почвы и внешней среды территории возделывания культур (Соннова Н.И., 2003).

Несмотря на растущую популярность культуры нута и её ценность в структуре посевных площадей, следует отметить, что в условиях Левобережья Саратовской области не проведено достаточно детальных исследований изучения влияния некорневых подкормок удобрениями различных составов с содержанием комплекса макро- и микроэлементов на продуктивность и качество зерна данной культуры. Существует мнение, что в связи с недостаточными для реализации потенциала культуры погодными факторами, особенно количеством осадков, удобрения в этой зоне не дают значимого эффекта на продуктивность культуры (Зотиков В.И., Голопятов М.Т., Акулов А.С., 2009; Бякина Т.А., 2021; Сулейменов Б.У., Сейтменбетова А.Т., 2022).

Быстрое нарастание температур весной является характерной особенностью климата Саратовского Левобережья, зачастую это приводит к ранневесенней засухе, которая затрудняет нормальное протекание процессов формирования бобово-ризобиальных структур и приводит к нарушению образования клубеньков на корнях растений, угнетению корневой системы и дефициту азота в растениях и почве, что в свою очередь приводит к снижению продуктивности и снижению урожайности. Применение некорневых подкормок способно снижать риск значительных потерь урожая и является наиболее эффективным средством устранения нарушений питания растений.

Учёные отмечают, что снижение урожайности и негативное воздействие на рост и развитие растений происходят при воздействии неблагоприятных факторов в критические периоды роста культуры. Именно в это время необходимо уделять большое внимание приёмам, способствующим оптимизации питания и повышению устойчивости растений. Отдельным направлением является снятие стресса растений после использования гербицидов, которые при использовании их на растениях нута оказывают сильное угнетающее действие и могут привести к полной гибели растений. В связи с этим важно применять химические средства защиты совместно с некорневыми подкормками препаратами, снижающими стресс (Кретович В.Л., 1987; Паращенко Н.В., 2018).

Анализ работ широкого круга учёных свидетельствует, что применение некорневых подкормок в период вегетации растений является эффективным приёмом, способным повысить урожайность при выращивании зернобобовых культур.

Преимуществами водорастворимых удобрений являются высокая доступность элементов питания для растений и быстрое усвоение их клетками через листовую поверхность, что позволяет снизить влияние на почву и исключить загрязнение грунтовых вод и атмосферы. По данным учёных, применение некорневых подкормок удобрениями в критические фазы развития растений однозначно приводит к повышению урожайности сельскохозяйственных культур, что в свою очередь повышает рентабельность производства (Левшаков Л.В., Пятаков М.А., 2021).

Система удобрений зернобобовых культур должна основываться на корректировке питания в критические фазы развития растений для своевременного предотвращения или снятия стресса от неблагоприятных погодных условий и применения пестицидов. Фазами, в которые происходит закладка будущих бобов растений нута, является образование 3-4-го листа, второй важной фазой, отвечающей за массу 1000 семян, является фаза бутонизации. Некорневые подкормки и защита растений наиболее эффективны именно в эти фазы развития

(Курилович В.В., Кухарчик В.М., Рыбак А.Р., 2014; Новикова Н.Е., Косиков А.О., Бобков С.В., Зеленов А.А., 2017).

Одним из способов нивелирования негативных условий является возделывание культур и сортов, обладающих устойчивостью к неблагоприятным погодным условиям. Устойчивости к засухе помогает хорошо развитая корневая система. Наличие в почве доступных элементов питания и влаги позволяет корням быстрее развиваться и проникать в более глубокие горизонты, в то же время избыточная влажность активизирует развитие патогенных микроорганизмов, но хорошо развитое растение, обеспеченное всеми элементами питания, способно противостоять болезням, в связи с чем необходимо постоянно контролировать наличие доступных элементов питания и не допускать проявления стресса растений.

Одним из факторов дефицита питания растений является угнетение поглотительной способности корневой системы в результате высокой плотности, низкой температуры, переувлажнённости или пересушенности, неблагоприятного рН почвенного раствора, а также наличия полезных соединений в недоступной форме.

В связи с тем что контролировать внешние факторы среды не всегда представляется возможным, наиболее доступным приёмом является оптимизация питания растений путём применения некорневых подкормок. Снижение активности работы корневой системы в стрессовых условиях делает листовой аппарат резервным органом обеспечения растений элементами питания, способным поглощать как макро-, так и микроэлементы, при этом скорость поглощения зачастую выше, чем при минеральном питании растений через корни. Однако объёмы элементов, которые растений способно поглотить через лист, ограничены, в связи с этим данный приём не может полностью заменить минеральное питание через корни.

Применение некорневых подкормок вегетирующих растений удобрениями с микроэлементами позволяет временно стабилизировать процессы минерального питания растений и стимулировать защитные функции растительного организма.

Комплексы микроэлементов, доставляемые в растение путем некорневых подкормок, способны не только повысить стрессо-, засухо- и морозоустойчивость вегетирующих растений, но и снизить дозы вносимых минеральных удобрений за счёт более эффективного использования растениями элементов питания из удобрений и почвы.

Исследования эффективности проведения листовых подкормок комплексным удобрением Aqualis, проведённые в АО ЕвроХим в условиях выщелоченных чернозёмов Нижнего Поволжья, показали, что несмотря на засушливые условия года проведения опытов с критическими температурами воздуха изучаемый приём показал высокую эффективность.

В отдельных исследованиях учёных отмечено, что не на всех культурах некорневые подкормки одинаково эффективны, и в условиях сильной засухи их эффект сильно снижается. Это связано с тем, что в условиях дефицита влаги фактор в минимуме смещается с обеспеченности элементами питания на влагу, недостаток которой в критические фазы развития не может исправить некорневая подкормка.

Отдельное внимание уделяется комплексному некорневому питанию растений удобрениями, содержащими в своём составе как макро-, так и микроэлементы. Некорневые подкормки комплексными удобрениями дают высокий эффект (Битюцкий Н.П., 2011).

Одним из микроэлементов, входящих в состав удобрений для некорневой подкормки, является селен. Его значимость заключается в том, что он задействован в реакциях образования хлорофилла, метаболизме жирных и синтезе трикарбоновых кислот. Достаточная обеспеченность растений селеном препятствует процессам поглощения и транспорта тяжелых металлов, а также делает растение более устойчивым к стрессам, вызванным засухой, высокими температурами и наличием солей в почве.

Содержание селена в растениях и его доступность для поглощения корневой системой зависят от наличия его подвижной формы в почве, погодных условий, фазы развития растения и особенностей его биологии. Нормальный уровень селена в растениях варьирует от 10 до 1000 мг/кг сухой массы при средних

значениях от 0,1 до 1,0 мг/кг (Балакина А.А., Черненко К.И., Ряскова К.А., Шмарина Я.Г., 2016; Побилат А.Е., Волошин И.Е., 2020).

Рост интереса к этому элементу питания вызван тем, что на данный момент большие площади сельскохозяйственных угодий имеют дефицит селена и, как следствие, это приводит к недостатку его в организмах растений и людей.

Изучение селенсодержащих удобрений проводили на базе Волгоградского ГАУ в условиях чернозёмных почв. Изучали эффективность поглощения селена культурой нутом при различных способах его внесения: с предпосевной обработкой семян нута и в виде некорневой подкормки растений. Полученные данные показали, что при инокуляции семян происходило ускорение прорастания зерна, появлялись более дружные всходы (Никонов И.Н. 2009; Кухарчик В.М., Рутковская Л.С., Рыбак А.Р., Шевчик С.Н., 2019).

Подкормки растений препаратами с высоким содержанием бора и молибдена способствуют более интенсивному образованию клубеньков на корнях растений. В условиях типичных чернозёмов равнинной зоны Краснодарского края по сравнению с контролем их количество возрастало на 40 %, в то время как использование комплексного удобрения АгроВерм повышало этот показатель на 22 %. Выявлено влияние удобрений Чудозем 4 и АгроВерм на изменение элементов структуры урожайности, отмечено увеличение числа бобов растений на 27,3 и 22,7 %, масса 1000 семян превысила контроль на 11,3 и 4,9 % соответственно. Анализ прибавки урожайности от применения некорневых подкормок также показал положительную динамику Чудозем 4 с бором и молибденом повысил урожайность на 3,4 ц/га, или на 15 %, АгроВерм способствовал прибавке на уровне 1,9 ц/га, или на 8,4 % (Белик М.А., Юрина Т.А., Негреба О.Н., Чаплыгин М.Е., 2021).

Результаты изучения удобрений на основе кремния на зернобобовых культурах на чернозёмных почвах Алтайского края доказали влияние этого элемента на повышение урожайности и массы 1000 семян. Некорневая подкормка удобрением НаноКремний давала прибавку к контролю на уровне 0,05 т/га, при этом масса 1000 семян превысила контроль на 34,3 г (Буденик А.А., 2018).

Изучение повышения эффективности основного минерального удобрения за счёт применения некорневых подкормок разными составами удобрений, проведённые в условиях сухостепной зоны Среднего Поволжья, показали, что внесение дозы удобрений $N_{12}P_{52}$ увеличивает массу 1000 семян до 317-326 г и обеспечивает прибавку урожайности на 0,15 т/га. Дополнительная подкормка в период вегетации удобрениями Мегамикс Профи и смесью Аминокат+Райкат способствовала прибавке 2,00 и 2,04 т/га соответственно при показателе на контроле 1,94 т/га. В этих исследованиях также отражено влияние изучаемых препаратов на улучшение кормовых достоинств продукции. Отмечено повышение содержания переваримого протеина, выхода кормовых единиц и обменной энергии. Обработка посевов Мегамикс Профи и Аминокат+Райкат на фоне применения удобрений $N_{12}P_{52}$ способствует формированию показателей накоплением переваримого протеина 0,34 и 0,32 т/га, кормовых единиц 2,43 и 2,40 тыс./га, обменной энергии 25,19 и 24,81 ГДж/га соответственно (Шелудько А.Н., Червоненко Д.В., 2016; Васин В.Г., Новиков А.В., Бурунов А.Н., 2019; Тедеева В.В., Абаев А.А., Тедеева А.А., 2021).

Исследования А.П. Солодовникова (2021), проведённые на тёмно-каштановых почвах Нижнего Поволжья, показали, что некорневые подкормки нута препаратами, содержащими в своём составе кремний в хелатной форме, снижали коэффициент водопотребления культуры на 90 м³/т, препаратом с высоким содержанием серы Мегамикс - на 190 м³/т и удобрением, представляющим из себя комплекс макро- и микроэлементов Микровит, снижали коэффициент водопотребления на 240 м³/т, что было самым эффективным вариантом. Это свидетельствует о том, что микроэлементы, содержащиеся в препаратах, увеличивают корневую массу нута, что создает благоприятные условия для поглощения труднодоступной влаги и элементов питания.

Учёт урожайности на вариантах с использованием вышеперечисленных удобрений показал, что максимальная продуктивность нута выявлена при использовании Микровита - 0,7 т/га, прибавка к контрольному варианту равнялась

0,08 т/га, или 12 %. На вариантах с Мегамиксом и НаноКремнием прибавка равнялась соответственно 8,5 и 5,1 % (Солодовников А.П., 2021).

В 2018–2019 гг. впервые проводились исследования по изучению эффективности и экономической целесообразности комплексного применения на посевах нута в условиях серых лесных почв Ульяновской области многокомпонентных минеральных удобрений Биостим масличный и Ультрамаг совместно с протравителем семян Скарлет, МЭ. Результаты исследований показали, что совместное применение обработки семян и некорневой подкормки изучаемыми препаратами повлияло на структуру урожайности нута, повысив число семян в растении на 46,2 % и массу семян с одного растения на 51,3 %. Всё это привело к повышению урожайности до 88,4 %. Отмечено что увеличение кратности некорневых подкормок до двух в течение вегетации не оказало значительного эффекта на повышение урожайности по сравнению с однократной подкормкой.

В поисках путей повышения эффективности минерального питания растений через лист большое внимание уделяется доступности элементов питания и разработке новых технологий получения комплексных удобрений. Соединение минерального компонента с органическим позволяют им легко проникать в растения и быстрее достигать органов и тканей растения, где они необходимы. Одной из таких технологий является хелатирование элементов питания. Этот способ особенно важен, когда действующее вещество находится в очень малой концентрации и очень важно доставить его в растение полностью без потерь (Kostin V.I., Dozorov A.V., Isaychev V.A., Oshkin V.A., 2014).

Изучение влияния некорневых подкормок растений нута сорта Зоовит хелатными микроэлементными комплексами в условиях тёмно-каштановых почв сухостепного Заволжья Саратовской области на качество продукции показало увеличение содержания белка на 2,38 %, жира – на 0,43 %, золы – на 0,08 % относительно контроля. При этом урожайность нута возросла на 19 % (Каматов Н.К., Денисов К.Е., 2021).

В исследованиях С.В. Кошелевой и Е.В. Подгорнова (2021), проведённых в тех же условиях, отмечено, что применение органоминерального комплекса ОМЭК

Универсал на нуте способствовало увеличению урожайности до 0,79 т/га при урожайности контроля 0,66 т/га, отклонение от контроля составило 19,7 %. Некорневая подкормка удобрением Бионекс-Кеми позволила повысить урожайность на 0,07 т/га (Кошелева С.В., Подгорнов Е.В., 2021; Левшаков Л.В., Пятаков М.А., 2021).

Некорневые подкормки дозами 20-30 кг/га азота не только обеспечивают рост культуры, но и повышают устойчивость к окислительным повреждениям при неблагоприятных погодных условиях (Новикова Н.Е., 2018).

Перспективным направлением мирового и российского сельского хозяйства является переход на органические и экологические технологии возделывания сельскохозяйственных растений. В случае с химическими фунгицидами и инсектицидами, применение которых приводит к возникновению устойчивых рас и штаммов, внедрение биологических методов борьбы является альтернативным способом борьбы с болезнями растений и сокращения применения химических пестицидов. Преимуществами использования биопрепаратов является их высокая степень избирательности по отношению к вредному объекту, а также вытеснению их из агроценозов, что способствует получению экологически чистых пищевых продуктов и кормов (Карпова Г.А., 2017; Sorokan A.V., Burkhanova G.F., Maksimov I.V., 2018; Brouwer S.M., 2020; Li T.T., Zhang J.D., Tang J.Q. Liu Z.C., Li Y.Q., Chen J, Zou L.W., 2020).

Замена химических фунгицидов биопрепаратами, содержащими микроорганизмы, является одним из элементов перехода на биологическое земледелие. Основным преимуществом биофунгицидов является отсутствие негативного воздействия на клубеньковые бактерии и симбиотические процессы, протекающие в корневой зоне нута. Содержащиеся в препаратах микроорганизмы размножаются в ризосфере и препятствуют распространению фитопатогенов на протяжении длительного периода. Возделывание нута по технологии, состоящей из применения различных бактериальных, грибковых препаратов, стимуляторов роста, изучено в работах ряда учёных. Совместное применение биофунгицидов с инокуляцией стимуляторами роста помимо защиты семян позволяет увеличить их

энергию прорастания, ускорить появление всходов растений и обеспечивает культуру необходимым азотным питанием в течение всего периода вегетации.

Востребованность и эффективность некорневого способа питания растений обосновывается тем, что подкормки хорошо работают даже в стрессовых для растений условиях, их можно применять, когда корневая система не функционирует из-за стресса, вызванного неблагоприятными погодными, почвенными условиями или в результате применения гербицидов (Игольникова Л.В., 2018). Обеспечение растений в эти периоды даже небольшим количеством микро- и макроэлементов позволяет ему лучше перенести стресс и восстановить процессы нормального роста. Микроэлементы, входящие в состав препаратов для некорневой подкормки, входят в состав ферментов, участвующих в процессах синтеза органического вещества. Несмотря на это, некорневые подкормки неспособны заменить корневое питание, и применение их особенно эффективно, когда почва содержит все необходимые элементы питания для растений. Другим преимуществом некорневых подкормок является то, что элементы питания после нанесения на лист практически полностью поглощаются растениями.

Некорневые подкормки способствуют поддержанию баланса элементов питания растений. Недостаток или избыток определённых питательных веществ нарушает процессы нормального роста организма. Переизбыток нитратов в плодах растений свидетельствует о переизбытке азота и недостатке ферментов для его транспортировки и включения в ростовые процессы. Сбалансированное питание является основным аспектом получения высокой урожайности и качества продукции.

Обеспеченность растений микроэлементами очень важна для растений в связи с тем, что они задействованы практически во всех процессах, протекающих в организме растений, отвечают за дыхание, фотосинтез, обмен веществ, образование ферментов и органических кислот.

Некорневые подкормки микроэлементами следует расценивать как способ экстренно обеспечить растение необходимыми в конкретной ситуации и в конкретный период роста элементами питания. Эффективность этого приёма

обосновывается тем, что при внесении микроэлементов с почвенными удобрениями они закрепляются органическим веществом почвы и становятся малодоступны. Использование инокуляции семян также имеет свои минусы, элементы питания, доставленные таким способом, доступны и активны только в начальные периоды роста в связи с тем, что не могут передвигаться вверх по тканям растения. Своевременно проведённая некорневая подкормка способствует повышению активности корневой системы, стимулирует метаболизм, что в конечном итоге приводит к росту продуктивности растений нута и урожайности (Костин В. И., Дозоров А. В., Исайчев В. А., 2019; Guo X., Ma X., Zhang J., 2021).

Кратность и сроки некорневых подкормок подбираются исходя из особенностей роста культуры, критических периодов и стрессовых факторов. Для большинства сельскохозяйственных растений критическими периодами являются фазы, в которых идёт активный рост вегетативных органов в период фазы цветения и генеративных органов, предшествующих фазе начала созревания. Растение в эти периоды особенно восприимчиво к неблагоприятным факторам и отзывчиво к поступлению элементов питания. Дефицит факторов в эти периоды сильно влияет на показатели структуры урожайности.

Некорневые подкормки, проводимые в начальные фазы вегетационного периода, оказывают влияние в большей степени на урожайность и в меньшей степени на качество зерна, некорневые подкормки в фазу налива и созревания плодов влияют в большей степени на качество продукции. Обработки растений удобрениями рекомендуется проводить заблаговременно до наступления критических периодов или проявления неблагоприятных факторов. Назначение некорневых подкормок по результатам визуальной диагностики менее эффективно, так как зачастую момент стресса уже наступил и эффект от подкормки будет ниже.

Качеством зерна характеризуют комплекс его характеристик. Важным показателем успешного ведения сельского хозяйства является получение не только высоких урожаев, но и достижение высоких значений качества зерна возделываемых культур.

Изучение влияния некорневых подкормок на повышение качественных характеристик продукции показало, что при возделывании нута отмечается повышение содержания сырого протеина, жира, сырой клетчатки и сырой золы.

Исследования, проведённые Т.А. Баякиной (2021) в условиях Северной левобережной микрозоны Саратовской области, по изучению влияния некорневой подкормки растений нута различными препаратами на повышение его продуктивности показали достоверное увеличение урожайности. Если на контроле урожайность составила 1,00 т/га, то некорневые подкормки способствовали его повышению на 1,16 т/га, или на 15,0 %. Отмечено, что наиболее эффективным было удобрение, содержащее в своём составе высокое содержание бора (Баякина Т.А., 2021).

Апробацию удобрений с микроэлементами проводили в условиях Краснодарского края исследователи Т.А. Юрина, Н.Н. Глущенко и О.А. Богословская (2020). Применение удобрений компаний ООО «Спецагрохим» и ООО «БиоЭра-Пенза» при возделывании бобовых культур и сопутствующие учёты наблюдения позволили оценить влияние исследуемых препаратов на рост и развитие растений. В условиях повышенной засушливости отдельных месяцев вегетационного периода в дополнительное обеспечение растений удобрениями с микроэлементами позволило повысить урожайность изучаемой культуры (Юрина Т.А., Глущенко Н.Н., Богословская О.А., 2020).

При неблагоприятных условиях в процессе формирования урожайности снижение активности корневой системы или неспособность ею получить необходимые элементы питания в связи с их дефицитом в почве, своевременное некорневое питание растений способно активировать процессы метаболизма растительного организма и зачастую является единственным эффективным приёмом повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

Опыты, проведённые Т.А. Юриным и А.Е. Ткаленко (2020) на выщелоченном чернозёме Краснодарского края, подтверждают эффективность некорневых подкормок, проводимых в фазу цветения зернобобовых культур. Опрыскивание растений молибденовокислым аммонием, борной кислотой и Соллюбором ДФ, а

также аквамиксом позволило получить достоверную прибавку урожайности. Помимо урожайности установлено изменение элементов структуры растения, отмечено изменение высоты растений при использовании некорневой подкормки препаратом АгроВерм. При средней высоте растений в фазу третьего листа 10,2 см на изучаемом варианте она составила 13,0 см, что выше контроля на 19 %. При этом в период налива бобов отмечена обратная тенденция, высота растений повышалась до 95,3 и 95,6 см на вариантах с использованием Чудозем 4 и АгроВерм соответственно, что было ниже контрольного варианта на 2 см (Юрина Т.А., Ткаленко А.Е., 2020).

В целях экономии средств сельхозтоваропроизводители часто проводят некорневую подкормку одновременно с гербицидной обработкой путём создания баковой смеси. Исследования показывают, что такой подход неэффективен в связи с тем, что гербицидная обработка зачастую не совпадает с критическими фазами развития культуры, что делает подкормку неэффективным приёмом. Также стресс, вызванный гербицидами, приводит к тому, что культурные растения на время приостанавливают процессы поглощения элементов питания как через корневую систему, так и через лист и, с другой стороны, листовая подкормка способствует открыванию устьиц листа, что увеличивает количество действующего вещества, попадающего в растение и усиливает фитотоксический эффект (Безручко Е.В., 2018).

Исследования по изучению внесения удобрений в баковой смеси с гербицидом показали, что данный приём усиливает токсичность гербицидов. В более засушливые годы в весенний период токсичность увеличивается на 7 %, а во влажные до 9 %. Рассматривая вопрос токсичности гербицидов для сорных растений, авторы пришли к выводу, что при внесении препаратов в баковой смеси масса сорных растений увеличивается на 22 % по сравнению с отдельным внесением. При работе только гербицидами без удобрений выявлено, что эффективность зависит от погодных условий, снижение вегетативной массы сорных растений в сухие годы составляет до 85 %, а во влажные до 65 %

(Спиридонов Ю.Я., Будынков Н.И., Стрижков Н.И., Суминова Н.Б., Шагиев Б.З., 2020).

Анализ вышеприведённых источников и многочисленных исследований учёных в различных почвенно-климатических условиях позволяет сделать вывод о неоднородности эффекта применения различных технологий возделывания и схем питания на продуктивность и качество продукции нута. Проведение исследований комплексных подкормок нута в условиях Нижнего Поволжья Саратовской области будет способствовать более полному раскрытию данной проблемы.

1.4. Эффективность совместного применения минеральных удобрений, инокуляции семян и некорневых подкормок при возделывании нута

В результатах исследований учёных имеется информация о том, что применение удобрений и регуляторов роста наиболее эффективно при комплексном использовании твёрдых минеральных удобрений перед посевом, инокуляции семян и некорневой подкормки растений в течение вегетации. Такая схема применения гарантирует лучший рост культуры, увеличение элементов структуры урожайности, повышение продуктивности и качества продукции. Обеспеченность растений элементами питания на всех фазах роста позволяет получить более сильные и дружные всходы, способствует повышению устойчивости к стрессовым факторам окружающей среды.

Дополнительное добавление к технологии возделывания помимо обработки семян некорневой подкормки в фазу 2-3 листьев позволяет получить больший эффект от стимуляторов роста (Глянко А.К., Митанова Н.Б., 2008; Новиков А.В., Бурунов А.Н., Васин В.Г., 2019).

Подкормки растений удобрениями и стимулирующими препаратами увеличивают рост корневой системы, что способствует нормальному обеспечению питательными элементами из почвы, благодаря чему наблюдается не только количественный рост продуктивности посевов, но и качественное улучшение получаемой продукции.

Исследования по изучению влияния некорневого питания биопрепаратами и природным минералом на фоне инокуляции семян, проведённые на культурах нута и сои, показали, что эффективность совместного применения биопрепарата и инокуляции семян выше, чем раздельное применение. Если без инокуляции биопрепарат обеспечивал массу зерна с одного растения на уровне 8,3 г, то совместное применение повысило этот показатель до 10,3 г. Аналогично изменялась масса 1000 зерен - с 149,00 до 157,0 г, высота прикрепления нижнего боба увеличилась на 10 см, а урожайность культуры с 2,93 до 3,9 г/га (Метлина Г. В., Васильченко С.А., Кривошеева В.Д., 2018; Гринько А.В., Кулыгин В.А., Вошедский Н.Н., 2019; Москвичев А.Ю., Агапова С.А., 2021; 2022).

Полученные в результате нескольких похожих исследований результаты ряда учёных позволяют сделать обоснованный вывод о том, что проведение инокуляция семян, некорневой подкормки и их комбинирование на фоне минерального питания способствуют увеличению нарастания зелёной массы нута. Фитомасса и абсолютно сухая масса увеличивались, в сравнении с контролем, до 10,8 г. Также данные приёмы влияют на формирование симбиотического аппарата нута, увеличивают количество клубеньков и их массу при инокуляции на 3,0 шт./раст. и 3,5 г/100 раст., при некорневой подкормке – на 1,6 шт./раст. и 2,6 г/100 раст., при совмещении данных мероприятий – на 5,4 шт./раст. и 5,3 г/100 раст., сочетание минерального удобрения, инокуляции семян и некорневой подкормки растений увеличивает число клубеньков на 5,8–7,6 шт./раст. и их массу на 7,0–9,3 г/100 растений.

В исследованиях Р.В. Олепира и Е.А. Самойленко (2019) изучено повышение эффективности минерального питания за счёт применения инокуляции семян и некорневой подкормки. Если на варианте с внесением только минеральных удобрений в дозе $N_{20}P_{40}K_{40}$ урожайность культуры составила 2,13 т/га, то дополнительное применение инокуляции семян на фоне минерального питания увеличила её на 0,39 т/га, некорневая подкормка совместно с минеральным питанием увеличивала этот показатель в меньшей степени, чем инокуляция, - на 0,30 т/га. Комбинирование всех трёх приёмов: минерального питания, инокуляции

семян и некорневой подкормки было наиболее эффективно и позволило получить максимальную прибавку урожайности на уровне 0,44 т/га (Олепир Р.В., Самойленко Е.А., 2019).

Проведённые многочисленные исследования по оптимизации технологии возделывания нута в условиях Саратовского Заволжья авторов Н.С. Таспаева и Н.И. Германцевой (2020) показали, что эффективными приёмами достижения поставленных целей увеличения продуктивности культуры являются внедрение в производство новых адаптированных сортов нута Золотой юбилей и Вектор, внесение минеральных удобрений перед посевом в дозе $N_{20}P_{30}$ и проведение предпосевную обработки семян симбиотическими препаратами (ризоторфин, ризобакт и др.) (Таспаев Н.С. и др., 2020).

Приемы повышения эффективности инокуляции семян ризоторфином путём применения некорневых подкормок биостимуляторами мегафол, плантафол 10:54:10 и лигногумат в посевах нута изучались в условиях севера Астраханской области. Большой объём наблюдений, проведённый исследователями Н.В. Тютюма, А.Н. Бондаренко, А.П. Солодовниковым (2018), показал, что в условиях светло-каштановой почвы отмечено снижение содержания тяжелых металлов в растениях на вариантах с некорневыми подкормками Мегафол+Плантафол 10:54:10, а также штаммов ризоторфина 522, Н-27 и 065. Применение штаммов ризоторфина Н-27 и 065 с некорневой подкормкой препаратами Плантафол и Мегафол оказало влияние на развитие растений и формирование элементов продуктивности растений нута. На этих вариантах в большей степени увеличилось количество ветвей на одном растении количеству ветвей на 1 растение, количество бобов составило 62,4 шт., количество зерен на 1 растение варьировало от 60,0 до 70,0 шт., а масса 1000 зерен на этих вариантах составила в среднем от 217,1 до 219,8 г. Наибольшая урожайность также наблюдалась на вариантах со штаммом бактерий Н-27 и 065 и применением Мегафол+Плантафол – 1,53 т/га. Отклонение от контроля составило 0,27 т/га, или 26 % (Тютюма Н.В., Бондаренко А.Н., Солодовников А.П., 2018).

Несмотря на большое количество различных мнений об эффективности некорневых подкормок, наличие большого количества научных исследований в разнообразных климатических зонах позволяет сделать вывод, что при грамотном научном подходе к применению некорневых подкормок с учётом почвенно-климатических условий некорневые подкормки зернобобовых культур являются эффективным приёмом повышения урожайности, сохранения плодородия почвы и улучшения качества получаемой продукции и получаемый результат всегда оправдывает ожидания и затраты (Ходякова Е., 2021).

Некорневые подкормки повышают эффективность минерального питания растений. Такие выводы сделаны в работах Г.Т. Балакай, С.А. Селецкого (2019); М.Д. Энеева (2021). Проведённые исследования показали, что применение повышенных доз минерального питания ($N_{64}P_{96}K_{64}$) было более эффективным и целесообразным, чем применение доз $N_{32}P_{48}K_{32}$, повысив урожайность до 21,3 ц/га по сравнению с 19,9 ц/га при пониженной дозе, при этом без удобрений урожайность составила 15,3 ц/га. Применение некорневых подкормок препаратами МС Экстра и Плантофол повышали эффективность агроприёма. При дозе минеральных удобрений $N_{64}P_{96}K_{64}$ прибавка от некорневых подкормок составила 2,9 ц/га, на варианте с дозой $N_{32}P_{48}K_{32}$ прибавка была выше и равнялась 3,2 ц/га (Энеев М.Д., 2021).

Проведенный анализ имеющихся научных и практических исследований показал, что применение инокуляции семян совместно с некорневыми подкормками нута в условиях степной зоны Поволжья до настоящего времени практически не изучено. В связи с вышеизложенным нами было принято решение провести полевые исследования данного вопроса в условиях Левобережья Саратовской области.

2. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые исследования проводили в 2020-2022 гг. в Краснокутском районе, который расположен в Центральной левобережной микроне Саратовской области, на правом берегу реки Еруслан, на Сыртовой равнине (рисунок 1).



Рисунок 1 – Карта проведения исследований 2020-2022 гг.

Полевые исследования по разработке технологий возделывания нута проводили в засушливой степной зоне Саратовского Заволжья на опытном поле Краснокутской СОС – «Филиал ФГБНУ ФАНЦ Юго-Востока» Краснокутского района Саратовской области.

2.1 Климатические особенности зоны исследования

Зона землепользования Краснокутской селекционной станции расположена в юго-восточной и опасной сельскохозяйственной зоне Саратовского Заволжья.

Климат этого района, как и всего левого берега р. Волги Саратовского Заволжья, резко континентальный. Короткая сухая весна сменяется жарким сухим летом и малоснежной или морозной зимой, Снежный покров устанавливается в

третьей декаде декабря. Его высота составляет 15-20 см в обычные годы, бывает и полное отсутствие снежного покрова. Безморозный период составляет около 160 дней. Среднегодовая температура воздуха составляет 5,1 -5,6 °С. Самый холодный месяц – январь, абсолютный минимум равен –42 °С; самый жаркий месяц – июль – абсолютный максимум 43 °С. Годовая амплитуда колебания температур 33,3 °С.

Самые ранние заморозки наблюдались 29 сентября, а самые последние 30 апреля.

По данным Краснокутской метеостанции, среднегодовое количество осадков составляет 340-360 мм. Количество осадков в теплый период (апрель-октябрь) в среднем составляет 207 мм, в холодный период (ноябрь-март) до 101 мм. За период вегетации осадков выпадает около 40-50 % от годовой суммы. В летнее время осадки выпадают, главным образом, в виде бесполезных ливней.

С апреля по октябрь в среднем отмечено 75,2 дня с суховеями различной интенсивности. Суховеи характеризуются высокой температурой воздуха до 35 °С и низкой относительной влажностью воздуха (менее 35 %).

Поэтому малое количество снега и весенне-летних осадков, летние высокие температуры и сильное испарение приводят к резкому дефициту почвенной влаги в зоне. При достаточной свето- и теплообеспеченности лимитирующим фактором продуктивности нута в крайне засушливых районах Саратовского Заволжья является недостаточная обеспеченность влагой.

2.2 Характеристика почвы на опытном участке

Территория Краснокутской селекционной опытной станции расположена в южной части Низкой Сыртовой равнины Заволжья и характеризуется спокойным равнинным рельефом, слабо расчлененным оврагами, с отчетливо выраженным микрорельефом.

Геологическое строение и характер почвообразующих пород однообразно. Основная часть территорий землепользования опытной станции сложена четвертичными отложениями – сыртовыми тяжелыми суглинками и глинами.

Общая мощность сыртовых отложений – 40-50 м. Они характеризуются коричнево-желтой окраской, плотным сложением и высокой карбонатностью. Гранулометрический состав сыртовых отложений отличается значительным содержанием глинистых частиц (52,6 %) и водорастворимых солей (0,11-0,21 %).

Грунтовые воды на территории хозяйства залегают на глубине 15-20 м и имеют слабое засоление.

Почвы опытного участка – каштановые среднемошнные малогумусные.

По гранулометрическому составу каштановые почвы – тяжелосуглинистые крупнопылевато-иловатые, обладают высокой влагоемкостью и водоудерживающей способностью. Плотность возрастает с 1,1 г/см³ в слое 0-10 см до 1,25 г/см³ в слое 20-30 см, далее 1,33 г/см³ в слое 50-60 см и до 1,51 г/см³ в слое 90-100см.

Содержание гумуса в пахотном слое составляет 3,38-3,56 %. С глубиной его содержание снижается.

Обеспеченность почвы азотом и подвижным фосфором низкая и средняя, калием - высокая. Поглотительная способность каштановых почв опытного участка невелика. Сумма поглощенных оснований в верхней части профиля составляет 28,2-28,7 мг-экв. на 100 г почвы. Среди поглощенных оснований преобладает кальций, содержание которого в горизонте А составляет 72,9-77,2 % от суммы поглощенных оснований. Магния содержится 20,7-23,5 %. На долю натрия приходится не более 3,1-3,6 %, что характеризует почвы как слабосолонцеватые. Реакция почвенного раствора – слабощелочная (рН 7,7). С глубиной щелочность увеличивается.

2.3 Особенности погодных условий в годы проведения исследований

Погодные условия в период вегетации нута за годы исследований варьировали в значительной степени, различие как по годам, так и по периодам развития культуры были в определенной степени значительными.

Температура воздуха вегетационного периода 2020 г. находилась в пределах среднемноголетних данных, с неравномерным распределением осадков, которых было недостаточно в период созревания бобов. ГТК в 2020 г. составил 0,53. Недостаток влаги и высокая температура воздуха в период созревания бобов повлияли на продуктивность растений нута нута.

Среднесуточная температура воздуха в мае составила 12,53 °С, что ниже среднемноголетних данных на 2,77 °С. Осадков в мае выпало 40,6 мм, что выше среднего многолетнего показателя – 28,5 мм. В первую декаду выпало 23,6 мм, во вторую 7 мм и в третью 10 мм (таблицы 1, 2, рисунок 2). Благодаря прохладной температуре в начале мая и осадкам были отмечены равномерные всходы.

Среднесуточная температура воздуха в июне составляла 21,16 °С, что выше среднемноголетней на 1,36 °С. Сумма осадков, выпавших в июне, была равна 49,5 мм, что больше среднемноголетних на 14,3 мм.

Среднесуточная температура воздуха в июле составила 23,87 °С, среднемноголетняя – 22,7 °С, а осадков в июле катастрофически было мало – 1,5 мм, при среднемноголетних данных – 33,9 мм, что отрицательно повлияло на налив семян. Первая декада июля была без осадков, вторая 1,3 мм, третья 0,2 мм.

Запас продуктивной влаги в метровом слое при посеве составил 150,7 мм, что благоприятствует равномерной густоте всходов и высокому будущему урожаю. В фазу цветения запас продуктивной влаги составлял 52,5 мм, перед уборкой – 1,5 мм (приложения 1-3).

Таблица 1 – Температура воздуха в годы проведения исследований, °С (по данным метеостанции «Красный Кут»), 2020-2022 гг.

Месяц	Декада	Среднесуточная температура, °С			
		средне-многолетняя	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Май	1	15,3	9,55	9,60	8,42
	2		16,47	15,37	12,67
	3		11,56	21,57	12,6
	Среднее		12,53	15,51	11,23
Июнь	1	19,8	16,86	22,40	15,70
	2		20,12	22,90	20,96
	3		23,49	21,40	21,65
	Среднее		21,16	22,23	19,44
Июль	1	22,7	19,35	27,60	19,43
	2		27,37	24,80	21,66
	3		24,89	26,70	24,55
	Среднее		23,87	26,37	21,88
Август	1	20,6	20,30	25,8	23,50
	2		20,7	24,3	26,40
	3		18,5	26,3	24,10
	Среднее		19,8	25,5	24,66
Среднее за период вегетации		19,3	19,2	21,37	19

Таблица 2 – Количество осадков в годы проведения исследований, мм (по данным метеостанции «Красный Кут»), 2020-2022 гг.

Месяц	Декада	Осадки, мм			
		средне-многолетние	2020 г.	2021 г.	2022г .
Май	1	28,5	23,6	1,3	0
	2		7	9,3	8,2
	3		10	9,5	11,7
	сумма		40,6	20,1	19,9
Июнь	1	35,2	26,1	40	45,4
	2		6,5	26,8	0,8
	3		16,9	15,3	18,3
	сумма		49,5	82,1	64,5
Июль	1	33,9	0	0,3	16
	2		1,3	4	35,5
	3		0,2	13	43,3
	сумма		1,5	17,3	94,8
Август	1	24,8	3	0	0
	2		7	0,5	1,4
	3		12	0	0
	сумма		22	0,5	1,4
Сумма осадков за вегетацию		97,55	91,6	119,5	180,6

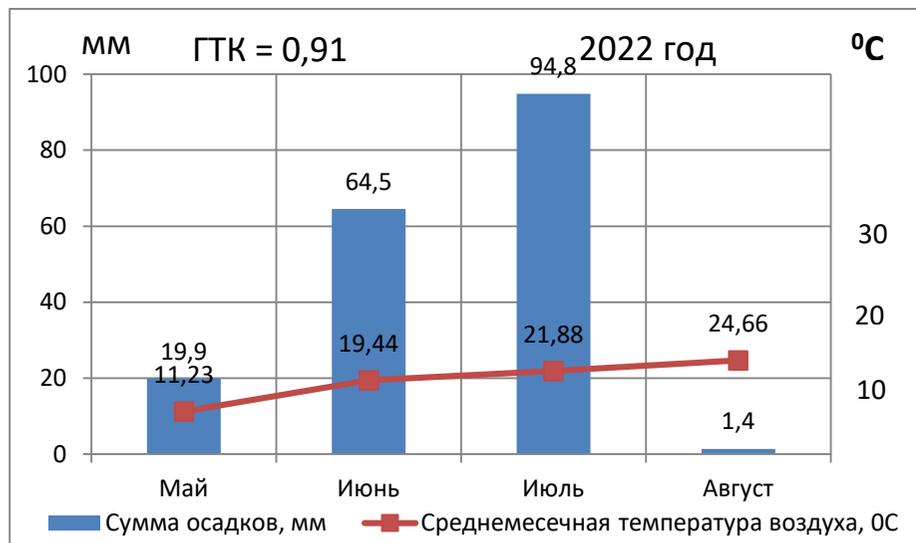
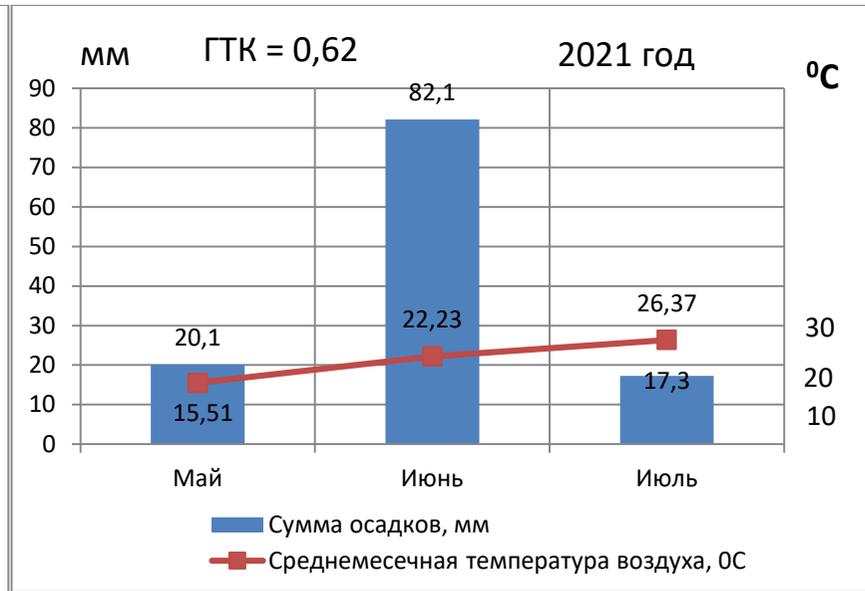
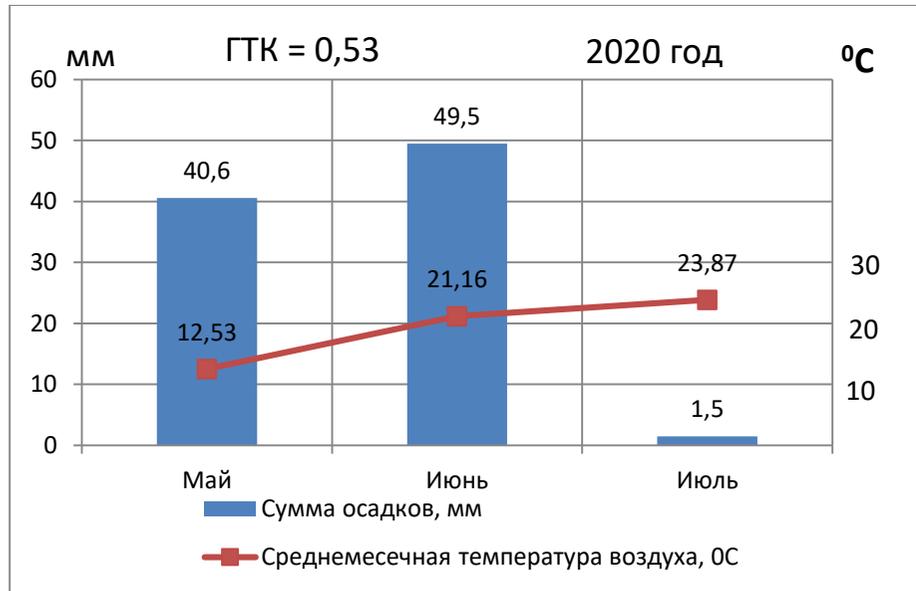


Рисунок 2 – Климатограммы периодов вегетации нута в 2020-2022 гг.(метеостанция Красный Кут)

Анализируя погодные условия вегетационного периода 2020 г., можно сделать вывод, что температурный режим был в пределах климатической нормы. Выпадение осадков происходило неравномерно в течение вегетационного периода. Отсутствие осадков в июле в значительной степени повлияло на продуктивность посевов нута.

Погодные условия 2021 г. были недостаточно благоприятными для роста и развития бобовых культур, несмотря на большое количество осадков. ГТК 2021 года составлял 0,62. Наблюдался низкий запас влаги в метровом слое за период осень-зима, который при посеве составил 107,3 мм (приложение 4), что является достаточно низким показателем.

Среднесуточная температура воздуха в мае составила 15,51 °С, количество выпавших атмосферных осадков за этот месяц составило 20,1 мм, что ниже среднемноголетних значений на 8,4 мм. Низкий запас продуктивной влаги в метровом слое и отсутствие осадков в первой декаде мая не способствовали появлению дружных всходов.

Несмотря на большое количество осадков, которые выпали в июле (82,1 мм) в виде ливневых дождей, нут испытывал стресс в связи с повышенным температурным режимом атмосферы, средняя температура в июне составляла 22,23 °С, что выше климатической нормы (см. таблицу 1). Запас продуктивной влаги в метровом слое в фазу цветения составил 88,7 мм (приложение 5).

В июле наблюдался дефицит влаги, осадков выпало 17,3 мм, что ниже среднемноголетних значений на 16,6 мм (см. таблицу 2). Средняя температура воздуха была выше среднемноголетних значений и составила 26,37 °С (см. рисунок 2). Запас продуктивной влаги в метровом слое почвы перед уборкой составил 6,2 мм (приложение 6).

2022 год можно охарактеризовать как благоприятный для посева сельскохозяйственных культур. Запас продуктивной влаги в метровом слое при посеве составил 163,9 мм (приложение 7). Средний температурный режим мая был ниже среднемноголетних данных, 11,23 °С. Осадков выпало 19,9 мм (см. таблицу 2). ГТК составил 0,93.

Среднесуточная температура июня составила 19,44 °С, что является оптимальным показателем для развития растений нута. Осадки выпали в виде обложных дождей, хорошо пропитав почву. В среднем за июнь выпало 64,5 мм осадков, что практически в два раза больше климатической нормы. Запас продуктивной влаги в метровом слое почвы в фазу цветения составил 78 мм (приложение 8). В этот период листовые поверхности и растительная биомасса активно увеличиваются, происходит формирование бобов.

Сумма осадков в июле составила 94,8 мм (см. рисунок 2), что выше нормы практически в три раза. Средняя температура составляла 21,88 °С (см. таблицу 1).

В связи хорошими погодными условиями, которые сложились в Саратовском Заволжье в 2022 г., нут продолжал вегетацию до второй декады августа. Средняя температура в августе составила 24,66 °С. Отсутствие осадков в августе никак не повлияло на структуру и урожай нута. Запас продуктивной влаги в метровом слое, во время уборки, составил 25,1 мм (приложение 9).

Таким образом, можно заключить, что погодные условия, сложившиеся на территории Краснокутской СОС, позволяют сформировать высокий урожай нута. Наиболее удачные погодные условия сложились в 2020 и 2022 гг. Из-за большого количества суховеев и высоких температур 2021 г. нут не смог реализовать весь свой потенциал.

3. СХЕМА ОПЫТА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ, ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТА И ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРЕПАРАТОВ

3.1 Схема опыта

Исследования проводили в 2020-2022 годах на полях Краснокутской СОС – филиала «ФГБНУ ФАНЦ Юго-Востока», Краснокутского района Саратовской области. Изучали реакцию нута сорта Краснокутский 36 на предпосевную инокуляцию семян и некорневую подкормку посевов различной кратности. Для изучения влияния инокуляции семян нута и обработки посевов листовыми подкормками был заложен двухфакторный полевой опыт.

Фактор А - инокуляция семян (предпосевная обработка семян Ризоторфин, РизоБаш).

А₁ – без инокуляции;

А₂ - предпосевная обработка семян инокулянтом Ризоторфин;

А₃ - предпосевная обработка семян инокулянтом РизоБаш.

Фактор В – сроки и кратность проведения листовой подкормки (обработка посевов микроудобрениями в фазу 3 листьев, в фазу бутонизации, в фазу 3 листьев и в фазу бутонизации).

В₁ – без обработки;

В₂ – обработка посевов микроудобрениями в фазу 3 листьев;

В₃ – обработка посевов микроудобрениями в фазу бутонизации;

В₄ – обработка посевов микроудобрениями в фазы 3 листьев и бутонизации.

Обработку семян инокулянтами проводили непосредственно перед посевом: Ризотрфин Б торфяной формы (2,5 кг/т), РизоБаш (3 л/т) расход рабочего раствора 10 л на 1 т семян, также применяли прилипатель Биолипостим (0,4 л/т). Семена нута контрольного варианта обрабатывали водой исходя из расхода рабочей жидкости при инокуляции семян.

Обработку вегетирующих растений проводили в фазу 3 листьев и в фазу бутонизации баковой смесью микроудобрений Фитоспорин М,Ж АС (1л/га) +

Борогум-Молибденовый (0,2 л/га) + Бионекс-Кеми NPK 21:4:4 + МЭ (3л/га) с использованием прилипателя Биолипостим (0,3 л/га).

Повторность опыта четырехкратная. Размещение делянок первого порядка систематическое, делянок второго порядка рендомизированное, площадь делянок первого порядка составила 120 м², площадь, делянки второго порядка – 30 м², учетная площадь – 25 м².

3.2 Методика проведения исследований

Полевые опыты, наблюдения, учеты и анализы проводили в соответствии с методикой полевого опыта Б.А. Доспехова (1985), рекомендациями НИИСХ Юго-Востока (1973) и другими общепринятыми методиками и рекомендациями.

При проведении фенологических наблюдений отмечали даты наступления и продолжительность фаз развития нута. В соответствии с методиками А.И. Руденко (1950), В.И. Сазонова (1962), а также Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (1971,1985) в посевах нута отмечались следующие фазы: 3 листьев, 4-5 листьев, бутонизации, образования и созревания бобов. На каждом варианте на закрепленных площадках (0,25 м²) отмечали количество растений, вступивших в ту или иную фазу, а затем вычисляли процент от общего числа учитываемых растений. Начало фазы отмечалось при вступлении в нее 10 % растений из учтенных в пробе, полная фаза – 75 % растений.

Полноту всходов, густоту стояния растений перед уборкой также определяли на 4 закрепленных площадках по 0,25 м² каждого варианта. Подсчет растений в фазу полных всходов и перед уборкой позволяет определить сохранность растений в %.

Расчет производили по формуле

$$A = (C/B) 100; \%$$

где А – процент сохранившихся к уборке растений; В – число растений после полных всходов; С – число растений в момент уборки.

Формирование листовой поверхности определяли методом контуров, а ее

фотосинтетическую деятельность – по методикам Института физиологии растений (Ничипорович А.А., 1956,1963, 1966,1970; Ничипорович А.А., Чень Инь, 1959; Ничипорович А.А., Строганова Л.Е., Чмора С.Н., Власова М.П., 1961).

Фотосинтетический потенциал посевов (ФП) рассчитывали как произведение работающего ассимиляционного аппарата (площади листьев) на время его функционирования (тыс. м². сут. /га).

Чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) устанавливали путем деления величины сухой надземной биомассы на фотосинтетический потенциал за период вегетации (г/м². сут.).

Учет высоты во время вегетации проводили по 20 контрольным растениям нута на каждом варианте опыта. Динамику нарастания сырой и сухой надземной биомассы в важнейшие фазы вегетации нута определяли по методикам Б.М. Смирнова (1973) и Н.И. Германцевой (1971). Отбирали пробы с площадок 0,25 м² с каждого варианта опыта в четырехкратной повторности. Содержание сухого вещества в зеленой массе определяли весовым методом путем высушивания измельченных навесок до постоянного веса при температуре 60 °С.

Наблюдения за формированием симбиотического аппарата проводили по методикам ВНИИ бактериальных препаратов (Березова Е.Ф., Доросинский Л.М., 1961) и Г.С. Посыпанова (1991). Деятельность клубеньковых бактерий на корнях нута изучали методом «аппликации» (Мишустин Е.Н., Востров И. С., Петрова А.Н., 1980).

Влажность почвы контролировали термостатно-весовым методом по Л.В. Попову (1960) и А.А. Роде (1955). Почвенные пробы отбирали по трем фазам развития послойно через 10 см до глубины 1 м в трехкратной повторности и высушивали в термостате до постоянной массы при температуре 105 °С.

Определение питательных веществ (белка) в зерне нута проводили по методикам Всероссийского института кормов им.В.Р. Вильямса (1971, 1987) и М.Ф. Томмэ (1972).

Для определения биологической урожайности нута проводили отбор снопов с площадок по 0,25 м² в четырехкратной повторности с каждой делянки каждого

опыта. Растения выкапывали с корнями, затем объединяли в снопы. При лабораторном анализе снопов учитывали число растений и сухую массу снопа. Высоту растений, высоту прикрепления нижнего боба, количество бобов и зерен на одном растении, массу зерна с одного растения проводили по 10 отобранным растениям в каждом снопе. Массу 1000 зерен определяли по ГОСТ 12042-80.

Учет хозяйственного урожая проводили путем взвешивания обмолоченного комбайном WINTERSTEIGER зерна со всей делянки прямым комбайнированием в фазу полной спелости зерна. Полученные по вариантам данные по биологической и хозяйственной урожайности зерна обязательно приводились к 14%-й влажности и 100%-й чистоте.

Экономическую оценку рекомендуемых приемов возделывания нута проводили расчетным методом на основании технологических карт, нормативов и цен, установленных на семена, материалы, ГСМ. Определяли затраты, стоимость полученной продукции, условный чистый доход и уровень рентабельности (Методические рекомендации ВАСХНИИЛ, 1989; Методика ВИК им. В.Р. Вильямса, 1989, 1995).

Математическую обработку экспериментальных данных осуществляли методом дисперсионного анализа (Доспехов Б.А., 1985) с использованием компьютерных программ «MicrosoftOfficeExcel, 2003» и Agros.

Все исследования были выполнены лично автором, за исключением агрохимических анализов.

3.3 Агротехника возделывания нута на опытном участке

При проведении полевых исследований по всем делянкам применялась зональная агротехника возделывания нута.

При проведении полевых опытов по всем вариантам применялась общепринятая в данной зоне технология возделывания нута.

Предшественник нута – озимая пшеница. После уборки озимой пшеницы проводили лущение поля. Далее через 10 дней проводили отвальную вспашку

лемешными плугами (ПЛН 5-35), глубина обработки составляла 27-30 см

Весной проводили боронование тяжелыми зубowymi боронами (БЗТС-1) в два следа и перед посевом проводили культивацию на глубину заделки семян для создания посевного ложа (5-6 см).

Нут высевали рядовым способом сеялкой с междурядьем 15 см (СН-16), норма высева составляла 650 тыс. всхожих зерен на 1 га.

Перед посевом семена нута обрабатывали инокулянтами Ризоторфин и РизоБаш в соответствии с выбранной схемой опыта. Прикатывание проводили непосредственно после завершения сева. Фолиарные обработки агрохимикатами проводились по схеме опыта. Препараты вносили ранцевым опрыскивателем, норма расхода рабочей жидкости - 200 л/га. Дата посева и сроки обработки посевов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Сроки наступления фаз развития нута, 2020-2022 гг.

Год исследований	Дата посева	Всходы	Фаза 3 листьев	Фаза бутонизации	Фаза образования бобов	Фаза созревания бобов	Дата уборки	Вегетационный период, сут.
2020	25.04	10.05	22.05	11.06	25.06	10.07	23.07	74
2021	24.04	11.05	20.05	16.06	30.06	12.07	30.07	80
2022	29.04	17.05	25.05	16.06	29.06	11.07	15.08	90

Уборку урожая проводили прямым комбайнированием комбайном WINTERSTEIGER в фазу полного созревания зерна нута.

3.4 Характеристика сорта

Краснокутский 36 – сорт выведен на Краснокутской СОС филиал ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока». Допущен к использованию с 1993 г. по всем регионам возделывания культуры. Получен от скрещивания образца коллекции ВИР (к-199) с сортом Юбилейный.

Разновидность транскавказико-карнеум. Форма куста компактная, штамбовая, высота растений 55-60 см, высота прикрепления нижнего боба 25-28 см. Антоциановая окраска отсутствует. Бобы вздутые, соломенно-желтые.

Семена желто-розовые, промежуточной формы, ближе к округлой. Масса 1000 зерен 280-300 г.

Сорт среднеспелый, вегетационный период 85-90 дней. Имеет высокую устойчивость к засухе и суховеям. Среднеустойчив к аскохитозу и фузариозу, не повреждается гороховой зерновкой.

Высокоурожайный сорт. В Поволжье обеспечивает устойчивые сборы зерна 1,8-2,0 т/га. На Пугачевском сортоучастке Саратовской области в благоприятные годы получают 3,5-3,9 т/га. Основное достоинство сорта – сочетание высокой продуктивности с устойчивостью к полеганию, осыпанию и засухе.

Сорт пищевого использования. Содержание белка в зерне до 21- 25 %. Товарные и кулинарные качества сорта – отличные. Включен в список ценных сортов нута.

Благодаря клубеньковым бактериям, развивающимся на корнях, растения нута усваивают азот из воздуха и накапливают его в почве, что равносильно внесению 1,5 ц азотных удобрений на 1 га. Высокая урожайность и отличные пищевые качества этого сорта обеспечивают устойчивый сбыт зерна и получение высокого дохода с каждого гектара.

3.5 Характеристика используемых препаратов

В опытах использовали препараты: Ризоторфин, РизоБаш и Биолипостим для инокуляции семян.

Фитоспорин М, Ж АС, Бионекс-Кеми NPK 21:4:4 + МЭ и Борогум-Молибденовый использовали для листовых подкормок.

Ризоторфин - промышленный инокулянт, содержащий штаммы эффективных клубеньковых бактерий родов *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Sinorhizobium*, *Mesorhizobium*, которые в симбиозе с бобовыми растениями способны фиксировать азот атмосферы.

Особенности препарата:

- для каждого вида бобовых растений используются специфические только для них вирулентные, конкурентные и эффективные штаммы клубеньковых бактерий;

- увеличение урожая на 10-40 %;
- увеличение содержания высококачественного белка в семенах и зелёной массе на 1-3 %;
- при возделывании на новых для бобовой культуры почвах урожайность может возрастать до 100 %, а повышение сбора протеина в 2-3 раза;
- экономия до 200 кг минеральных азотных удобрений на 1 га;
- благодаря азоту, накопленному бобовыми культурами после применения Ризоторфина, последствие прослеживается до 3 лет с прибавками 10-15 % на последующих культурах в севообороте.

РизоБаш – высокоэффективный инокулянт для нута. Содержит высокую концентрацию клубеньковых бактерий. Увеличивает содержание протеина в урожае нута, улучшает пищевой режим почвы и активизирует полезную почвенную микрофлору. Заменяет 50 и более кг д.в. азотных удобрений. Повышает урожайность зернобобовых на 15-20 %.

Особенности препарата:

- имеет эффект последствия – увеличение урожайности последующей культуры севооборота;
- гарантия экологически чистой, безопасной для здоровья продукции;
- эффективность азотфиксации клубеньковых удобрений зависит от географического происхождения штаммов и их приспособленности к почвенно-климатическим условиям;
- из более 1000 штаммов клубеньковых бактерий в биологической лаборатории были выделены и отобраны самые активные;
- симбиотическая активность штаммов РизоБаша проверена на районированных сортах бобовых в различных почвенно-климатических условиях;
- использование новейших разработок и достижений науки в технологии изготовления препарата (применение эффективных стабилизаторов и прилипателей) позволило повысить устойчивость ризобий к стресс-факторам внешней среды и сделать их конкурентоспособнее, чем природные штаммы, сохранить активность нитрогеназного комплекса в течение всего срока хранения;

- жидкая стабильная форма препарата позволяет сохранить высокую концентрацию полезных бактерий и надежно закрепиться на поверхности семян.

Бопрепарат РизоБаш был разработан для того чтобы помочь бобовым растениям быстрее образовывать собственные колонии клубеньковых бактерий. Он содержит культуру азотофиксирующих бактерий *Bradyrhizobium japonicum*, а также различные сигнальные вещества и углеводы, помогающие бобовому растению при создании клубеньков. В результате образование клубеньков на корнях бобовых идет эффективнее, что положительно сказывается на формировании биомассы и урожая у растений нута, позволяет значительно снизить затраты на применение удобрений и оптимизировать состав почвенной микрофлоры.

Биолипостим - многофункциональный комплексный препарат на основе природных полисахаридов растительного и микробиологического происхождения с прилипающими свойствами. Предназначен для идеального смачивания и проникновения удобрений и средств защиты в ткани растений.

Особенности препарата:

- экономит и усиливает удобрения и средства защиты растений до 20 %;
- предотвращает смывание удобрений и средств защиты растений осадками;
- усиливает проникающую способность через листья действующих веществ препаратов;
- полное усвоение макро- и микро - элементов;
- способствует пролонгированному (постепенному) поступлению элементов питания в клетки растений.

Фитоспорин М, Ж АС - концентрированный микробиологический препарат, предназначенный для защиты от грибных и бактериальных заболеваний сельскохозяйственных культур с антистрессовыми, ростоускоряющими, иммуностимулирующими свойствами.

Особенности препарата:

- подавление широкого ряда фитопатогенов за счёт синтеза специфических антибиотических веществ; имеет высокую фунгицидную активность против

грибных и бактериальных заболеваний сельскохозяйственных культур;

- лечение и повышение иммунитета растений за счёт синтеза ферментов, аминокислот, фитоалексинов (веществ способствующих повышению иммунитета растений), витаминов, фитогормонов и органических кислот.

Бионекс-Кеми NPK 21:4:4 + МЭ - комплексное макро-, мезо- и микропитание для некорневой подкормки всех сельскохозяйственных культур на начальных этапах вегетации. Предназначен для повышения качества зерна.

Особенности препарата:

- жидкая форма удобрения упрощает применение (не требуется приготовление маточного раствора);

- просты в обращении и безопасны;

- оптимальная высококонцентрированная легкодоступная форма азота, фосфора, калия (NPK);

- сбалансированный набор микроэлементов в хелатной форме, легко проникающих через клеточную мембрану, что обеспечивает полное усвоение, предотвращая окисление элементов;

- содержат биоактивированные по молекулярному весу и составу гуматы калия-БМВ-гуматы, обладающие сильными антистрессовыми, ростоускоряющими, иммуностимулирующими свойствами;

- насыщены биофунгицидом Фитоспорин-М на основе спорообразующих бактерий *Bacillus subtilis* 26D, которые подавляют возбудителей болезней на растениях и в почве;

- образуют устойчивый гомогенный рабочий раствор.

Борогум-Молибденовый - органогуминовое удобрение, которое повышает интенсивность фотосинтеза, обеспечивает улучшение углеводного и белкового обмена. Обладает сильно выраженными иммуностимулирующими свойствами. Активизирует азотфиксацию бобовых культур. Ускоряет развитие ризобий. Стимулирует рост и развитие корней. Применяется на всех зернобобовых культурах.

Особенности препарата:

- главным достоинством является то, что Борогум находится в органогуминовой форме, что позволяет с./х. культурам легко и практически полностью его усваивать;

- кроме эффективного борного питания растений, Борогум обладает ярко выраженными иммуностимулирующими свойствами;

- значительно повышает коэффициент использования питательных веществ почвы и удобрений;

- увеличивает урожайность зернобобовых - до 25 %.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО МОРФОЛОГИИ И ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОСЕВОВ НУТА

4.1 Густота посевов нута

Полнота всходов – показатель, величина которого полностью зависит от обеспеченности растений влагой и температуры посевного слоя почвы. Эти факторы в первую очередь влияют на продолжительность периода посев - всходы, затяжка которого не способствует последующему хорошему росту и развитию растений нута.

Густота стояния растений – единственный элемент продуктивности агрофитоценоза, который формируется с самых первых этапов роста и развития растений и до уборки урожая. Основой формирования густоты стояния растений является полевая всхожесть.

Оптимальная структура посева является одним из главных факторов получения высокого урожая. Как известно, урожайность на единице площади определяется количеством растений и массой одного растения. Сохранность посевов к уборке – важнейший показатель, напрямую влияющий на величину будущего урожая.

В полевых опытах в 2020 г. сохранность растений находилась на уровне 75,5–98,4 % (таблица 4, приложение 10, 11). На варианте без обработки наблюдалась самая низкая сохранность растений, составляя 75,5 %. Максимальное значение анализируемого показателя отмечали при обработке семян инокулянтном РизоБаш совместно с двукратной фолиарной обработкой, составив 98,4 %. Применение в качестве инокулянта Ризоторфина повышало сохранность растений без применения листовой обработки на 12,7 %, при однократной обработке в фазу 3 листьев и в фазу бутонизации на 9,9 и 6,8 % соответственно, при двукратной обработке посевов нута – на 7,9 %. Однако сохранность растений была ниже при применении Ризоторфина, чем при инокуляции семян препаратом РизоБаш, на варианте без листовой обработки она составила 5,4 %, при обработке посевов в фазу 3 листьев – 1,9 %, в фазу бутонизации – 1,8 %, при двукратной обработке – 3,5 %.

Таблица 4 – Густота всходов и густота стояния растений нута в зависимости от листовой подкормки и инокуляции семян нута, 2020 г.

Фактор А	Фактор В	Густота всходов растений, шт./м ²	Всхожесть, %	Густота стояния растений в фазу полной спелости, шт./м ²	Сохранность растений, %
Без инокуляции (К1)	Без обработки (К2)	53,1	81,5	40,3	75,5
	В фазу 3 листьев	54,2	83,1	45,1	83,3
	В фазу бутонизации	52,2	80,0	45,2	86,5
	Двукратная обработка	54,3	83,1	47,3	87,0
Ризоторфин	Без обработки (К2)	59,4	90,8	52,2	88,1
	В фазу 3 листьев	59,3	90,8	55,3	93,2
	В фазу бутонизации	60,2	92,3	56,5	93,3
	Двукратная обработка	59,5	90,8	56,3	94,9
РизоБаш	Без обработки (К2)	62,4	95,4	58,7	93,5
	В фазу 3 листьев	62,3	95,4	59,1	95,2
	В фазу бутонизации	62,6	95,4	59,2	95,2
	Двукратная обработка	62,3	95,4	61,1	98,4
Дисперсионный анализ густоты всходов растений	Среднее по фактору А: А1-53,2; А2- 59,59; А3- 62,44; Среднее по фактору В: В1-58,33; В2- 58,28; В3-58,33; В4-58,7. НСР ₀₅ для част. средних $F_{ф} < F_{т}$; НСР ₀₅ по фактору А – 1,642; НСР ₀₅ по фактору В – 0,821; НСР ₀₅ по фактору $F_{ф} < F_{т}$				
Дисперсионный анализ густоты стояния растений в фазу полной спелости	Среднее по фактору А: А1-44,48; А2- 55,05; А3- 59,27; Среднее по фактору В: В1-50,08; В2- 53,17 В3-53,57; В4-54,92. НСР ₀₅ для част. средних - 1,516; НСР ₀₅ по фактору А – 0,758; НСР ₀₅ по фактору В – 0,875; НСР ₀₅ по фактору АВ – 0,516				

Инокуляция семян препаратами Ризоторфин и РизоБаш положительно влияет на густоту всходов растений нута. Предпосевная обработка инокулянтом Ризоторфин способствовала формированию средней полевой всхожести по вариантам листовой обработки 91,3 %, что на 9,8 % выше всхожести без применения инокулянтов, по вариантам применения листовой подкормки – на 9,2 %. Максимальное значение результат этого показателя отмечали на варианте с инокуляцией семян нута РизоБаш – 95,4 %, что выше варианта без обработки на 13,9 %.

Погодные условия вегетационного периода 2021 г. были менее благоприятными, чем условия 2020 г. Минимальное количество осадков в третьей декаде апреля и первой декаде мая оказало отрицательное влияние на всхожесть растений нута, по сравнению с предыдущим годом.

Сохранность растений нута в 2021 году составляла 79,2 – 93,5 % (таблица 5, приложение 12, 13).

Таблица 5 – Густота всходов и густота стояния растений нута в зависимости от листовой подкормки и инокуляции семян нута, 2021 г.

Фактор А	Фактор В	Густота всходов растений, шт./м ²	Всхожесть, %	Густота стояния растений в фазу полной спелости, шт./м ²	Сохранность растений, %
Без инокуляции (К1)	Без обработки (К2)	53,1	81,5	42,4	79,2
	В фазу 3 листьев	54,4	83,1	44,3	81,5
	В фазу бутонизации	53,4	81,5	46,1	86,8
	Двукратная обработка	53,2	81,5	47,2	88,7
Ризоторфин	Без обработки (К2)	58,3	89,2	52,3	89,7
	В фазу 3 листьев	58,5	89,2	52,3	89,7
	В фазу бутонизации	58,6	89,2	52,6	89,7
	Двукратная обработка	59,4	90,8	54,1	91,5
РизоБаш	Без обработки (К2)	61,3	93,8	55,2	90,2
	В фазу 3 листьев	62,2	95,4	55,3	88,7
	В фазу бутонизации	61,1	93,8	56,4	91,8
	Двукратная обработка	62,3	95,4	58,4	93,5
Дисперсионный анализ густоты всходов растений	Среднее по фактору А: А1-53,52; А2- 58,69; А3- 61,68; Среднее по фактору В: В1-57,53; В2- 58,34; В3-57,70; В4-58,29. НСР ₀₅ для част. средних - $F_f < F_t$; НСР ₀₅ по фактору А – 1,488; НСР ₀₅ по фактору В – 0,744; НСР ₀₅ по фактору АВ $F_f < F_t$				
Дисперсионный анализ густоты стояния растений в фазу полной спелости	Среднее по фактору А: А1-45,00; А2- 52,84; А3- 56,33; Среднее по фактору В: В1-49,98; В2- 50,66; В3-51,70; В4-53,23. НСР ₀₅ для част. средних - 1,435; НСР ₀₅ по фактору А – 0,717; НСР ₀₅ по фактору В – 0,828; НСР ₀₅ по фактору АВ – 1,453				

Наибольшая сохранность растений наблюдалась на варианте с инокуляцией семян нута РизоБаш совместно с двукратной листовой подкормкой, составляя 93,5 %, что выше варианта без применения инокулянтов и листовой подкормки на 14,3

%. Применение такого инокулянта, как Ризоторфин, также повышало полевую всхожесть растений нута, разница с вариантами без обработки семян составляла 6,2-9,2 %.

Сохранность растений увеличивалась при увеличении числа листовых подкормок как с применением инокулянтов, так и без них. На варианте без применения инокулянтов при двукратной обработке посевов сохранность растений составила 88,7 %, а при однократных обработках в фазу 3 листьев и в фазу бутонизации – 81,5 и 86,8 % соответственно. При использовании инокулянтов этот показатель увеличивался при двукратной обработке до 91,5 и 93,5 %, а при однократной обработке он составил 89,74; 89,74 % и 88,7 и 91,8 % для вариантов с применением Ризоторфина и РизоБаш соответственно.

Обработка семян инокулянтами положительно повлияла на густоту всходов растений нута. Максимальный эффект получен на варианте с применением инокулянта РизоБаш – 93,8 % . На варианте без применения листовой подкормки и обработки семян она составила 81,5 %. Применение Ризоторфина несколько увеличивало полевую всхожесть по сравнению с вариантом без обработки, в зависимости от кратности проведения листовой подкормки она составляла 89,2–90,8 %, однако этот вариант уступал варианту с применением РизоБаш в качестве инокулянта.

Погодные условия 2022 г. были благоприятными для роста и развития растений нута. Благодаря снежной зиме, запасы влаги в метровом слое почвы превышали среднемноголетние значения. Большое количество осадков в апреле положительно повлияло на густоту всходов растений нута, что позволило сформировать ровные полноценные всходы. Отмечено, что сохранность растений нута в 2022 г. по вариантам опыта составляла 80,0 – 96,8 % (таблица 6, приложение 14, 15). Аналогично двум предыдущим годам лучшая сохранность растений отмечена на варианте при инокуляции семян нута РизоБаш с двукратной обработкой посевов – 96,8 %, причем, как и в предыдущие годы, она была выше на вариантах с двукратной обработкой посевов нута.

Таблица 6 – Густота всходов и густота стояния растений нута в зависимости от листовой подкормки и инокуляции семян нута, 2022 г.

Фактор А	Фактор В	Густота всходов растений, шт./м ²	Всхожесть, %	Густота стояния растений в фазу полной спелости, шт./м ²	Сохранность растений, %
Без инокуляции (К1)	Без обработки (К2)	55,2	84,6	44,2	80,0
	В фазу 3 листьев	55,1	84,6	47,5	85,5
	В фазу бутонизации	56,3	86,2	48,2	85,7
	Двукратная обработка	56,2	86,2	49,4	87,5
Ризоторфин	Без обработки (К2)	60,4	92,3	53,1	88,3
	В фазу 3 листьев	60,3	92,3	54,2	90,0
	В фазу бутонизации	60,2	92,3	55,4	91,7
	Двукратная обработка	59,5	90,8	56,2	94,9
РизоБаш	Без обработки (К2)	61,3	93,8	57,3	93,4
	В фазу 3 листьев	62,2	95,4	58,5	93,5
	В фазу бутонизации	62,2	95,4	59,3	95,2
	Двукратная обработка	62,4	95,4	60,2	96,8
Дисперсионный анализ густоты всходов растений	Среднее по фактору А: А1-55,44; А2- 60,12; А3- 61,28; Среднее по фактору В: В1-58,64; В2- 58,87; В3-59,26; В4-59,02. НСР ₀₅ для част. средних - $F_{ф} < F_{т}$; НСР ₀₅ по фактору А – 1,728; НСР ₀₅ по фактору В – 0,864; НСР ₀₅ по фактору АВ – $F_{ф} < F_{т}$				
Дисперсионный анализ густоты стояния растений в фазу полной спелости	Среднее по фактору А: А1-47,33; А2- 54,71; А3- 58,83; Среднее по фактору В: В1-51,54; В2- 53,40; В3-54,30; В4-55,26. НСР ₀₅ для част. средних - 1,386; НСР ₀₅ по фактору А – 0,693; НСР ₀₅ по фактору В – 0,800; НСР ₀₅ по фактору АВ – $F_{ф} < F_{т}$				

При применении инокулянта Ризоторфин при двукратной обработке анализируемый показатель составлял 94,9 %, а при однократной – 90,0 и 91,7 % соответственно в фазу 3 листьев и в фазу бутонизации. На варианте с инокуляцией семян препаратом РизоБаш двукратная обработка посевов позволила сформировать сохранность растений на уровне 96,8 %, а при однократной обработке – 93,5 и 95,2 % соответственно по вариантам опыта. Без

инокуляции семян двукратная обработка посевов также повышала сохранность растений нута по сравнению с однократными обработками на 2,0 и 1,8 % при обработке в фазу 3 листьев и в фазу бутонизации соответственно.

Предпосевная обработка семян инокулянтами положительно повлияла на густоту всходов. На варианте без предпосевной обработки семян анализируемый показатель варьировал от 84,6 до 86,2 %. Всхожесть растений нута на вариантах с инокулятом Ризоторфин составляла 90,8–92,3 %, что превосходило вариант без обработки на 6,2–7,7 %. Наибольшая густота всходов наблюдалась на варианте с применением препарата РизоБаш (93,8 - 95,4 %), различие во всхожести с вариантом без применения инокулянта составляло 9,2 %.

В среднем за три года исследований густота всходов растений нута варьировала от 53,8 шт./м² на варианте без обработки до 62,3 шт./м² (таблица 7, приложение 16, 17) при использовании инокулянта РизоБаш в фазу 3 листьев и при двукратной обработке посевов. При обработке Ризоторфином этот показатель повышался относительно варианта без инокуляции семян до 59,4-59,7 шт./м². Следует отметить, что в данном случае сроки инокуляции не оказывали значительного влияния на динамику густоты всходов. Таким образом, положительное действие инокулянта РизоБаш выражалось в появлении более дружных всходов в более ранние сроки, превышая вариант без инокуляции семян на 8,5 шт./м².

Всхожесть растений нута изменялась от 82,6 до 95,4 % соответственно по вариантам опыта. Как и на густоту всходов растений, наибольший эффект оказывала обработка семян РизоБаш. При применении Ризоторфина эффект был несколько ниже, анализируемый показатель повышался относительно варианта без обработки до 90,8-91,1 % по вариантам опыта.

Густота стояния растений нута в фазу полной спелости варьировала от 42,3,9 до 59,9 шт./м² соответственно по вариантам опыта. Наименьшее повышение этого показателя наблюдали при возделывании нута без инокуляции. На этих вариантах густота стояния растений нута в фазу полной спелости изменялась от 42,3 до 48,0 шт./м². При инокуляции семян Ризоторфином этот показатель повысился до 52,5-

55,5 шт./м². Максимальная прибавка отмечалась на варианте с инокуляцией семян Ризобаш, в результате этого агроприема анализируемый показатель повысился до 57,1-59,9 шт./м².

Таблица 7 – Густота всходов и густота стояния растений нута в зависимости от листовой подкормки и инокуляции семян нута, в среднем в 2020–2022 гг.

Фактор А	Фактор В	Густота всходов растений, шт./м ²	Всхожесть, %	Густота стояния растений в фазу полной спелости, шт./м ²	Сохранность растений, %
Без инокуляции (К1)	Без обработки (К2)	53,8	82,6	42,3	78,0
	В фазу 3 листьев	54,6	83,5	45,6	83,7
	В фазу бутонизации	54,0	82,6	46,5	86,4
	Двукратная обработка	54,6	83,5	48,0	87,5
Ризоторфин	Без обработки (К2)	59,4	90,9	52,5	88,4
	В фазу 3 листьев	59,4	90,8	53,9	91,0
	В фазу бутонизации	59,7	91,1	54,8	91,8
	Двукратная обработка	59,5	90,8	55,5	95,4
РизоБаш	Без обработки (К2)	61,7	94,4	57,1	91,8
	В фазу 3 листьев	62,2	95,4	57,6	92,4
	В фазу бутонизации	62,0	94,9	58,3	94,1
	Двукратная обработка	62,3	95,3	59,9	96,2
Дисперсионный анализ густоты всходов растений	Среднее по фактору А: А1-54,06; А2- 59,47; А3- 61,80; Среднее по фактору В: В1-58,17; В2- 58,50; В3-58,43; В4-58,67. НСР ₀₅ для част. средних F _ф <F _т ; НСР ₀₅ по фактору А – 1,095; НСР ₀₅ по фактору В – 0,547; НСР ₀₅ по фактору АВ F _ф <F _т				
Дисперсионный анализ густоты стояния растений в фазу полной спелости	Среднее по фактору А: А1-45,62; А2- 54,20; А3- 58,14; Среднее по фактору В: В1-50,55; В2- 52,41; В3-53,19; В4-54,47. НСР ₀₅ для част. средних - 1,126; НСР ₀₅ по фактору А – 0,563; НСР ₀₅ по фактору В – 0.650; НСР ₀₅ по фактору АВ – 1,126				

Сохранность растений изменялась от 78,0 % на варианте без обработки до 96,2 % при инокуляции РизоБаш и двукратной фолиарной обработке в фазы трех листьев и бутонизации.

Фолиарная обработка посевов эффективно повышала сохранность растений

к уборке, причем максимальное повышение изучаемых показателей по сравнению с вариантами без обработки наблюдали при двукратной обработке посевов нута.

На основании проведенных исследований можно заключить, что такой агроприем, как инокуляция семян нута повышает уровень полевой всхожести, что в конечном итоге способствует повышению продуктивности культуры.

Комплексное применение инокулянта и фолиарной обработки растений нута обеспечивает повышение сохранности растений к уборке, что обусловлено синергетическим эффектом. Эффект от инокуляции выражался в получении более дружных всходов и активизации процесса развития растений на начальных стадиях роста. Эффект от некорневой подкормки выражался в получении растениями более полноценного питания в различные фазы роста и развития. Совместное применение двух этих агроприемов позволило повысить сохранность растений к уборке до 94,7 %, а всхожесть до 96,9 %.

4.2 Высота растений нута, высота прикрепления нижнего боба

Важнейшим моментом вегетативного развития нута является рост растений в высоту.

Как показали исследования, при разных схемах листовой подкормки и инокуляции семян нута в 2020 г. высота растений в период полной спелости составляла 33,7-37,9 см. Наибольшая высота отмечалась при инокуляции семян нута РизоБаш и двукратной листовой подкормке в фазу 3 листьев и в фазу бутонизации – 37,9 см. Наименьшая высота растений нута была на варианте без инокуляции семян нута и без листовой подкормки (без обработки) – 33,7 см (таблица 8).

Таблица 8 - Влияние листовой подкормки и инокуляции семян на высоту растений и высоту прикрепления
нижнего боба в период полной спелости, 2020-2022 гг.

Фактор А	Фактор В	Высота растений, см				Высота прикрепления нижнего боба, см			
		2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее за 3 года	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее за 3 года
Без инокуляции (К1)	Без обработки (К2)	33,7	43,7	44,7	40,7	23,1	31,2	33,4	29,2
	В фазу 3 листьев	33,9	45,6	45,6	41,7	23,5	32,4	34,6	30,2
	В фазу бутонизации	34,4	45,8	46,5	42,2	23,9	33,5	34,9	30,8
	Двукратная обработка	35,6	46,4	46,7	42,9	24,1	33,7	35	30,9
Ризоторфин	Без обработки (К2)	35,7	46,8	47,1	43,2	24,3	33,8	35,8	31,3
	В фазу 3 листьев	35,9	47	47,6	43,5	24,5	34	36,1	31,5
	В фазу бутонизации	36,2	47,6	47,8	43,9	24,6	34,4	36,5	31,8
	Двукратная обработка	36,6	48,5	47,9	44,3	24,8	35,2	37,2	32,4
РизоБаш	Без обработки (К2)	36,8	50,4	47,9	45,0	25,0	40,6	37,5	34,4
	В фазу 3 листьев	37	50,6	48,3	45,3	25,2	41,0	37,8	34,7
	В фазу бутонизации	37,4	50,8	48,7	45,6	25,5	41,3	38,1	34,9
	Двукратная обработка	37,9	51,8	49,1	46,3	25,8	41,5	38,9	35,4

Различные схемы листовой подкормки влияли на высоту растений как при инокуляции семян, так и без нее. На вариантах без обработки семян изучаемыми инокулянтами при двукратной обработке посевов нута высота растений увеличивалась относительно варианта без обработки посевов на 1,9 см, или на 5,6 %. Однократная обработка в фазу 3 листьев обеспечивала повышение высоты растений на 0,2 см, в фазу бутонизации – на 0,5 см. Для вариантов с инокуляцией семян различие высоты растений между вариантами без обработки посевов и двукратной обработкой составляло 0,9 см и 1,1 см, или 2,5 и 2,9 % для инокулянтов Ризоторфин и РизоБаш соответственно.

При применении Ризоторфина без некорневой подкормки высота растений достигла 35,7 см, что было выше относительно варианта без обработки на 5,9 %. РизоБаш был более эффективен, что выразилось в увеличении показателя на 9,2 % по сравнению с вариантом без обработки.

Высота растения нута в 2021 году была больше по сравнению с предыдущим 2020 годом, в фазу полной спелости она варьировала от 43,7 до 51,8 см по вариантам опыта.

На варианте с инокуляцией семян нута РизоБаш совместно с двукратной листовой подкормкой в фазу 3 листьев и в фазу бутонизации высота растений была самой большой и составила 51,8 см, что на 8,1 см выше варианта без инокуляции и без листовой подкормки. Количество листовых подкормок увеличивало высоту растений: на варианте с инокуляцией семян Ризоторфином высота растений составляла 47,0; 47,6; 48,5 см для обработки в фазу 3 листьев, в фазу бутонизации и при двукратной обработке соответственно. На вариантах с инокуляцией семян РизоБаш высота растений была наибольшей и составляла 50,4–51,8 см в зависимости от схемы листовой подкормки.

В ходе наблюдений в 2022 г. высота растений нута в фазу полной спелости не отличалась в значительной мере от значений предыдущего года и составляла 44,7–49,1 см. Наблюдалась тенденция сохранения наибольшей высоты растений нута в фазу полной спелости на варианте с инокуляцией семян РизоБаш и двукратной листовой подкормкой – 49,1 см, что выше варианта без обработки на 4,32 см.

На вариантах без инокуляции семян высота составляла 44,7 -46,7 см, повышаясь по мере увеличения кратности обработок посевов. На варианте с инокуляцией семян Ризоторфином увеличение количества подкормок до двух приводило к увеличению высоты растений до 47,9 см, что превосходило вариант без листовой подкормки на 0,8 см. При инокуляции семян РизоБаш высота растений при двукратной обработке составляла 49,1 см, при однократной обработке – 48,3 и 48,7 см соответственно в фазу 3 листьев и в фазу бутонизации.

Применение инокулянтов без листовых подкормок также влияло на высоту растений. Более всего этот показатель увеличивался при обработке семян РизоБаш, составляя 47,9 см, что превосходило вариант без обработки семян на 3,2 см. Несколько меньшее увеличение высоты растений наблюдалось при обработки семян Ризоторфином – на 2,4 см по сравнению с вариантом без обработки.

Тенденция изменения высоты растений в среднем за годы исследований по вариантам опыта повторяла закономерности отдельных лет исследований. Наименьшая высота формировалась на варианте без обработки семян, составляя 40,7 см, наибольшая высота растений нута сформировалась на варианте с предпосевной инокуляцией семян РизоБаш и двукратной обработкой посевов – 46,3 см, что выше варианта без обработки на 13,8 % (см. таблицу 8).

Предпосевная обработка семян в сочетании с фолиарной подкормкой и без нее обеспечивала тенденцию изменения высоты стояния растений нута. Так, только обработка семян повышала анализируемый показатель на 6,1 и 10,6 % при инокуляции Ризоторфином и РизоБаш соответственно по сравнению с вариантом без обработки.

Применение листовой подкормки без обработки семян увеличивало высоту растений на 1,0 – 2,2 см в зависимости от схемы опыта. На варианте с предпосевной обработкой Ризоторфином увеличение этого показателя при обработке посевов в фазу 3 листьев по сравнению с вариантом без применения фолиарной подкормки составило 0,3 см, при обработке в фазу бутонизации – 0,7 см, при двукратной обработке – 1,1 см. При обработке семян РизоБаш эффективность листовой подкормки была выше, чем при обработке Ризоторфином, составляя 0,3; 0,6 и 1,3

см при обработке в фазу 3 листьев, в фазу бутонизации и двукратной обработке соответственно.

Таким образом, применение двукратной листовой подкормки в большей степени повышало высоту растений по сравнению с обработкой посевов в фазу 3 листьев и в фазу бутонизации. Более всего, по 3-летним данным, на высоту растений влияла предпосевная обработка семян инокулянтom РизоБаш как в сочетании с листовой подкормкой, так и без нее.

Одним из важных факторов, влияющих на количество потерь при уборке нута, является высота крепления нижнего боба. В основном этот параметр определяется биологическими особенностями сорта, однако на его значение могут влиять различные агроприемы. В наших опытах высота крепления нижнего боба изменялась в зависимости от используемого инокулянта и схемы применения некорневой подкормки посевов нута.

В период уборки нута высота прикрепления нижнего боба в 2020 г. составляла 23,1-25,8 см, наименьшая высота прикрепления нижнего боба отмечалась на варианте без обработки – 23,1 см, наибольшая – на варианте с инокуляцией семян нута РизоБаш и двукратной листовой подкормкой – 25,8 см (см. таблицу 8).

Применение листовой подкормки в посевах нута влияло на изучаемый показатель: при двукратной обработке посевов этот показатель на варианте без инокуляции семян повышался на 1,0 см по сравнению с вариантом без обработки, в то время как при однократных обработках – на 0,4 и 0,8 см соответственно. При обработке семян Ризоторфином этот показатель при двукратной обработке составил 24,8 см, что превосходило вариант без применения листовой подкормки на 0,5 см, при однократной обработке – на 0,2 и 0,3 см. На варианте с применением инокулянта РизоБаш при однократных обработках посевов нута высота крепления нижнего боба повышалась на 0,2 и 0,5 см, а при двукратной обработке – на 0,8 см.

Применение инокуляции как самостоятельного агроприёма также повышало высоту крепления нижнего боба. Анализируемый показатель повышался по сравнению с вариантом без предпосевной обработки семян на 1,2 и 1,9 см при

применении инокулянтов Ризоторфин и РизоБаш соответственно.

В 2021 г. высота прикрепления нижнего боба варьировала от 31,2 до 41,5 см, наименьшая высота наблюдалась, как и в предыдущем году на варианте без обработки – 31,2 см, наибольшая высота отмечалась на варианте с инокуляцией семян нута РизоБаш и двукратной листовой подкормкой - 41,5 см.

Исследуемый параметр при двукратной листовой подкормке посевов составлял на варианте без обработки семян 33,7 см, на варианте с предпосевной обработкой Ризоторфином 35,2 см, при обработке семян РизоБаш – 41,5 см. При однократной обработке в фазу 3 листьев и в фазу бутонизации этот показатель был ниже и составлял 32,4; 33,5 см на варианте без обработки семян, 34,0; 34,4 см при обработке Ризоторфином и 41,0; 41,3 см при обработке РизоБаш.

Высота прикрепления нижнего боба в 2022 г. составляла 33,4 – 38,9 см. Тенденция по сравнению с 2020 и 2022 гг. сохранилась, наименьшая высота наблюдалась на варианте без обработки - 33,4 см, а наибольшая на варианте с инокуляцией семян нута РизоБаш и двукратной обработкой – 38,9 см, что на 5,5 см выше вариант без обработки.

Применение Ризоторфина повышало этот показатель как при обработке посевов так и без них. При инокуляции семян Ризоторфином высота крепления нижнего боба увеличивалась на 2,4 см по сравнению с вариантом без обработки. Однократная обработка посевов на фоне этого инокулянта давала прибавку 1,5 и 2,3 см по сравнению с вариантами без инокуляции. Двукратная обработка увеличивала этот показатель до 37,5 см.

На фоне обработки семян РизоБаш значение анализируемого показателя составляло при однократных подкормках 37,8 и 38,1 см, что ниже значения, полученного при двукратной обработке посевов, на 1,1 и 0,8 см. Применение только предпосевной обработки семян нута этим инокулянтом увеличивало высоту крепления нижнего боба на 4,4 см по сравнению с вариантом без обработки и на 1,7 см по сравнению с вариантом применения Ризоторфина.

В среднем за три года исследований высота прикрепления нижнего боба варьировала по вариантам опыта от 29,2 до 35,4 см. При инокуляции семян этот

показатель возрастал по сравнению с вариантом без предпосевной обработки семян и листовой подкормки на 2,1 см (вариант с использованием Ризоторфина) и на 6,2 см (вариант с использованием РизоБаш).

Высота прикрепления нижнего боба в проведенных исследованиях зависела от схемы обработки посевов нута. Без проведения предпосевной обработки семян при некорневой подкормке в фазу 3 листьев этот показатель повышался на 1,0 см, в фазу бутонизации – на 1,6 см, при двукратной обработке в фазы 3 листьев и бутонизации – на 1,7 см. На вариантах с обработкой семян Ризоторфином высота прикрепления нижнего боба возрастала при листовой обработке в первый срок на 0,3 см, во второй срок – на 0,5 см при двукратной обработке – на 1,1 см. При инокуляции семян РизоБаш различие по схемам применения листовой подкормки составляло 0,3; 0,6 и 1,0 см соответственно.

По полученным данным за три года исследований можно сделать вывод о том, что инокуляция семян нута перед посевом в большей степени повышала высоту прикрепления нижнего боба, чем обработка посевов. Более эффективным, с этой точки зрения, был препарат РизоБаш. Различные схемы обработки посевов увеличивали в большей степени описываемый показатель без применения инокулянта – на 1,0 -1,7 см. Несколько в меньшей степени увеличение этого показателя при различных схемах обработки было на фоне инокуляции семян. При использовании Ризоторфина – 0,3- 1,1 см, а при использовании РизоБаш – 0,3-1,0 см, т.е. прибавка на фоне инокулянтов практически не зависела от применяемого препарата. В то же время необходимо отметить, что сам показатель был выше именно при совместном использовании инокулянтов и листовой подкормки. Так, на вариантах с препаратом Ризоторфин он составлял 31,5-32,4 см, на вариантах с РизоБаш – 34,7-35,4 см. Наибольшего значения по всем вариантам опыта он достигал при инокуляции семян РизоБаш и двукратной обработке посевов, разница с подобным вариантом при применении Ризоторфина составляла 3,0 см, без применения инокулянта - 4,5 см.

Таким образом, листовые подкормки и инокуляция семян положительно влияли на высоту растений нута и высоту прикрепления нижнего боба в период

полной спелости. Изучаемые показатели значительно повышались на вариантах с инокуляцией семян Ризоторфином совместно с листовыми подкормками, но наибольший эффект получен на вариантах с применением инокулянта РизоБаш в фазы 3 листьев и бутонизации.

4.3 Особенности формирования надземной биомассы нута

Наблюдение за формированием надземной биомассы нута показало, что интенсивность этого процесса во многом зависит от климатических условий, обработки семян инокулянтами и листовой подкормки по вегетирующим растениям.

Заметный прирост надземной сырой биомассы в посевах начинается в период 4-5 листьев растений и длится до конца налива семян в бобах. По результатам исследований, в 2020 г. накопление сырой биомассы на различных вариантах выращивания нута составляло: в фазу 4-5 листьев растений – 0,251–0,414, в фазу бутонизации – 1,53–3,741, в фазу образования бобов – 5,141–11,145, в фазу созревания бобов – 5,037–11,484 т/га. Накопление сухой биомассы шло практически до полной спелости семян и составило соответственно: в фазу 4-5 листьев растений – 0,041–0,111, в фазу бутонизации – 0,336–0,810, в фазу образования бобов – 1,405–2,943, в фазу созревания бобов – 2,006–4,749 т/га (таблица 9). Совместное действие листовых подкормок и инокуляции семян нута обеспечивает существенный прирост надземной массы по сравнению с вариантами без обработки. Наибольший прирост анализируемого показателя отмечали на варианте с инокулянтами РизоБаш совместно с двукратной листовой подкормкой в фазы 3 листьев и бутонизации. Аналогичная закономерность прослеживается во все фазы развития растений.

В 2021 г. накопление сырой биомассы на различных вариантах выращивания нута составляло соответственно: в фазу 4-5 листьев растений – 0,216–0,436; в фазу бутонизации – 4,641–8,293, в фазу образования бобов – 6,396–14,414, в фазу созревания бобов – 6,383–16,903 т/га. Накопление сухой биомассы: в фазу 4-5 листьев растений – 0,034–0,104, в фазу бутонизации – 0,889–1,58, в фазу

образования бобов – 1,877-4,05, в фазу созревания бобов – 1,729-4,615 т/га (таблица 10). Наибольшая величина накопления сырой биомассы нута была зафиксирована в фазу созревания бобов на варианте с применением инокулянта РизоБаш совместно с двукратной листовой подкормкой, составляя 16,903 т/га.

Значительное влияние на темпы и величину накопления надземной массы в посевах оказывают листовые подкормки в разные фазы вегетации, наибольшее накопление надземной массы нута наблюдалось при двукратной листовой подкормке в фазы 3 листьев и бутонизации на всех вариантах опыта. С улучшением пищевого режима происходит закономерное увеличение величины прироста зеленой массы. Интенсивность накопления биомассы зависит также от инокуляции семян. Наибольший прирост надземной массы во все фазы развития отмечали при инокуляции семян РизоБаш.

Полученные за 2022 год данные показывают, что к фазе созревания бобов растениям нута удалось сформировать максимальную сырую биомассу в варианте с инокуляцией семян РизоБаш в комплексе с двукратной листовой подкормкой – 18,368 т/га. Накопление сырой биомассы на различных вариантах выращивания нута составляло: в фазу бутонизации – 2,526-5,646, в фазу образования бобов – 5,846-13,209, в фазу созревания бобов – 7,957-18,363 т/га. Накопление сухой биомассы составило: в фазу 4-5 листьев растений - 0,052 -0,093, в фазу бутонизации – 0,501- 1,083, в фазу образования бобов – 1,434-3,282, в фазу созревания бобов – 2,223-4,869 т/га (таблица 11).

При наблюдении за накоплением биомассы растений в 2022 г. отмечали четкую тенденцию положительного воздействия листовых подкормок и инокуляции семян нута. При обработке семян инокулянтом Ризоторфин сырая биомасса в фазу созревания бобов составляла 11,788 т/га, что больше варианта без обработки на 3,831 т/га, но меньше варианта с обработкой семян инокулянтом РизоБаш – 13,608 т/га.

Таблица 9 - Динамика накопления надземной биомассы посевами нута, в зависимости от листовых подкормок и обработки семян нута инокулянтами, т/га, 2020 г.

Вариант опыта		Фазы вегетации							
Фактор А	Фактор В	4-5 листьев		Бутонизации		Образования бобов		Созревания бобов	
		Сырая масса	Сухая масса	Сырая масса	Сухая масса	Сырая масса	Сухая масса	Сырая масса	Сухая масса
Без инокуляции (К1)	Без обработки (К2)	0,251	0,041	1,530	0,336	5,141	1,405	5,037	2,006
	В фазу 3 листьев	0,263	0,056	1,664	0,357	5,313	1,464	5,337	2,075
	В фазу бутонизации	0,282	0,063	1,737	0,374	5,591	1,523	5,659	2,362
	Двукратная обработка	0,293	0,070	1,925	0,408	5,722	1,577	5,808	2,482
Ризоторфин	Без обработки (К2)	0,338	0,078	2,203	0,470	6,445	1,752	6,677	2,500
	В фазу 3 листьев	0,349	0,083	2,277	0,495	7,147	1,914	7,890	3,405
	В фазу бутонизации	0,355	0,083	2,285	0,512	7,268	1,986	8,789	3,396
	Двукратная обработка	0,364	0,087	2,355	0,552	7,451	1,966	8,954	3,570
РизоБаш	Без обработки (К2)	0,371	0,088	2,633	0,564	7,775	2,100	10,095	3,691
	В фазу 3 листьев	0,379	0,094	2,776	0,567	7,846	2,083	10,574	4,352
	В фазу бутонизации	0,401	0,103	2,982	0,667	9,393	2,596	11,141	4,573
	Двукратная обработка	0,414	0,111	3,741	0,810	11,145	2,943	11,484	4,749

Таблица 10 - Динамика накопления надземной биомассы посевами нута, в зависимости от листовых подкормок и обработки семян нута инокулянтами, т/га, 2021 г.

Вариант опыта		Фазы вегетации							
Фактор А	Фактор В	4-5 листьев		Бутонизации		Образования бобов		Созревания бобов	
		Сырая масса	Сухая масса	Сырая масса	Сухая масса	Сырая масса	Сухая масса	Сырая масса	Сухая масса
Без инокуляции (К1)	Без обработки (К2)	0,216	0,034	4,641	0,889	6,396	1,877	6,383	1,729
	В фазу 3 листьев	0,218	0,036	5,400	1,022	6,880	1,992	8,265	2,265
	В фазу бутонизации	0,252	0,042	5,602	1,039	7,672	2,096	9,193	2,435
	Двукратная обработка	0,275	0,047	5,910	1,119	9,411	2,687	9,941	2,835
Ризоторфин	Без обработки (К2)	0,305	0,060	6,367	1,211	10,935	3,141	10,611	2,995
	В фазу 3 листьев	0,313	0,064	6,542	1,175	11,148	2,946	10,861	3,060
	В фазу бутонизации	0,357	0,073	6,890	1,302	11,252	3,260	11,014	3,141
	Двукратная обработка	0,389	0,089	7,051	1,333	12,030	3,407	11,207	3,230
РизоБаш	Без обработки (К2)	0,392	0,089	7,095	1,339	12,555	3,434	11,393	3,319
	В фазу 3 листьев	0,395	0,091	7,163	1,437	12,679	3,708	12,540	3,431
	В фазу бутонизации	0,423	0,099	7,854	1,458	13,569	3,801	16,344	4,425
	Двукратная обработка	0,436	0,104	8,293	1,580	14,414	4,050	16,903	4,615

Таблица 11- Динамика накопления надземной биомассы посевами нута, в зависимости от листовых подкормок и обработки семян нута инокулянтами, т/га, 2022 г.

Вариант опыта		Фазы вегетации							
Фактор А	Фактор В	4-5 листьев		Бутонизации		Образования бобов		Созревания бобов	
		Сырая масса	Сухая масса	Сырая масса	Сухая масса	Сырая масса	Сухая масса	Сырая масса	Сухая масса
Без инокуляции (К1)	Без обработки (К2)	0,260	0,052	2,526	0,501	5,846	1,434	7,957	2,223
	В фазу 3 листьев	0,272	0,054	2,837	0,576	7,810	1,859	9,124	2,405
	В фазу бутонизации	0,294	0,061	2,970	0,595	8,425	2,143	10,554	3,118
	Двукратная обработка	0,314	0,065	3,319	0,691	8,621	2,186	10,826	3,226
Ризоторфин	Без обработки (К2)	0,338	0,065	3,630	0,770	9,383	2,400	11,788	3,580
	В фазу 3 листьев	0,363	0,072	3,938	0,792	9,635	2,480	12,323	3,657
	В фазу бутонизации	0,386	0,078	4,631	0,883	10,001	2,538	12,687	3,769
	Двукратная обработка	0,412	0,084	4,858	0,932	10,419	2,643	13,670	4,004
РизоБаш	Без обработки (К2)	0,356	0,070	4,774	0,923	10,274	2,565	13,608	3,961
	В фазу 3 листьев	0,377	0,077	4,890	0,949	10,841	2,838	14,880	4,276
	В фазу бутонизации	0,420	0,087	5,009	1,002	11,105	2,912	16,660	4,441
	Двукратная обработка	0,456	0,093	5,646	1,083	13,209	3,282	18,363	4,869

Таблица 12 - Динамика накопления надземной биомассы посевами нута, в зависимости от листовых подкормок и обработки семян нута инокулянтами, т/га, среднее в 2020-2022 гг.

Вариант опыта		Фазы вегетации							
Фактор А	Фактор В	4-5 листьев		Бутонизации		Образования бобов		Созревания бобов	
		Сырая масса	Сухая масса	Сырая масса	Сухая масса	Сырая масса	Сухая масса	Сырая масса	Сухая масса
Без инокуляции (К1)	Без обработки (К2)	0,242	0,042	2,899	0,575	5,794	1,572	6,459	1,986
	В фазу 3 листьев	0,251	0,049	3,300	0,652	6,668	1,772	7,575	2,248
	В фазу бутонизации	0,276	0,055	3,436	0,669	7,229	1,921	8,469	2,638
	Двукратная обработка	0,294	0,061	3,718	0,739	7,918	2,150	8,858	2,848
Ризоторфин	Без обработки (К2)	0,327	0,068	4,067	0,817	8,921	2,431	9,692	3,025
	В фазу 3 листьев	0,342	0,073	4,252	0,821	9,310	2,447	10,358	3,374
	В фазу бутонизации	0,366	0,078	4,602	0,899	9,507	2,595	10,830	3,435
	Двукратная обработка	0,388	0,087	4,755	0,939	9,967	2,672	11,277	3,601
РизоБаш	Без обработки (К2)	0,373	0,082	4,834	0,942	10,201	2,700	11,699	3,657
	В фазу 3 листьев	0,384	0,087	4,943	0,984	10,455	2,876	12,665	4,020
	В фазу бутонизации	0,415	0,096	5,282	1,042	11,356	3,103	14,715	4,382
	Двукратная обработка	0,435	0,103	5,893	1,158	12,923	3,425	15,583	4,576

За три года исследований в засушливых условиях Саратовского Заволжья вследствие более активной фотосинтетической деятельности, а также лучшего потребления из почвы питательных веществ, растения нута, возделываемые с применением инокулянтов и листовых подкормок, накапливали надземную массу большей величины по сравнению с контролем. В 2020-2022 гг. максимальное накопление сырой и сухой биомассы растений нута было зафиксировано в фазу созревания бобов. Максимально эффективным агроприемом была обработка семян инокулянтом РизоБаш совместно с двукратной листовой подкормкой, на этом варианте значения анализируемых показателей составляли 15,583 т/га сырой массы и 4,576 т/га сухой массы нута, что больше варианта без обработки на 9,124 т/га сырого вещества и 2,59 т/га сухой массы (таблица 12).

Инокуляция семян нута Ризоторфином совместно с двукратной листовой подкормкой была менее эффективной, на этих вариантах сырая и сухая биомасса в фазу созревания бобов составляла 11,277 и 3,601 т/га, что больше варианта без обработки на 4,818 т/га сырой массы и 1,615 т/га сухой массы.

Листовые подкормки в разные фазы развития растений нута положительно влияют на накопление сырой биомассы нута, которые дают существенный прирост по сравнению с контролем. Наибольший прирост сырой массы растений нута зафиксирован при двукратной листовой подкормке в фазы 3 листьев и бутонизации.

4.4 Фотосинтетическая деятельность посевов нута

Проблема получения высокой урожайности растений напрямую связана с фотосинтетической деятельностью агрофитоценоза, которая определяется многими показателями, а именно: площадью листьев, фотосинтетическим потенциалом, чистой продуктивностью фотосинтеза и др. Характеристики развития их формируются как потенциалом культуры, так и внешними факторами, прежде всего, качеством технологии возделывания.

Ведущая роль фотосинтеза в формировании урожая определяется прежде всего тем, что 95 % массы сухого вещества урожая – это органические вещества,

создаваемые в процессе фотосинтеза. Усвоение элементов минерального питания, составляющих 5 % сухой массы, также возможно только при наличии энергии, первоисточником которой является фотосинтез. Однако прямой пропорциональной зависимости между урожаем и фотосинтезом нет.

Определение площади листьев является достаточно сложным приемом, так как их форма и размер изменяются в течение всего вегетационного периода. Кроме того, форма листовых пластинок весьма разнообразна и трудно поддается измерению.

Площадь листового аппарата можно определить несколькими способами. Наиболее широко используют способ высечек, контурный способ и расчетный способ.

В нашем опыте использован контурный способ. Он заключается в том, что контуры разложенных на бумаге листьев с пробных растений обводят карандашом, затем их площадь измеряют планиметром и выводят общую площадь учетных листьев. При отсутствии планиметра контуры листьев на бумаге вырезают и взвешивают. Одновременно взвешивают расчерченную на квадратики площадью 1 см² такую же бумагу определенной площади. По отношению массы расчерченной бумаги к ее площади рассчитывают массу 1 см² бумаги. Разделив массу вырезанных из бумаги контуров листьев на массу 1 см² бумаги, определяют площадь листьев в пробе. Дальнейшие расчеты ведут по методике способа высечек.

Площадь листьев определяли в три фазы вегетации растений нута: бутонизации, образования бобов и созревания бобов.

Площадь листьев нута в 2020 г. в фазу 4-5 листьев составляла 1,3 – 1,58 тыс. м²/га. Наибольшей она была на вариантах с инокуляцией семян РизоБаш совместно с двукратной подкормкой в фазы 3 листьев и бутонизации, составляя 1,58 тыс. м²/га, что больше варианта без обработки на 0,28 тыс. м²/га (таблица 13). В фазу бутонизации площадь листьев составляла 8,8 – 11,6 тыс. м²/га, образования бобов – 15,6 – 24,8 тыс. м²/га, созревания бобов – 4,8 – 7,1 тыс. м²/га (максимальная). Инокуляция семян нута Ризоторфином положительно повлияла на показатель площади листьев и составила 17,8 тыс. м²/га в фазу образования бобов, что больше

варианта без обработки на 2,2 тыс. м²/га, но уступила инокулянту РизоБаш – 20,3 тыс. м²/га. Листовые подкормки повлияли на увеличение площади листьев растений нута. Площадь листьев в фазу 3 листьев в период образования бобов без инокуляции составляла 16,5 тыс. м²/га, на варианте без обработки – 15,6 тыс. м²/га. Двукратная подкормка в фазы 3 листьев и бутонизации без инокуляции способствовала увеличению площади листьев в период образования бобов до 17,4 тыс. м²/га, что больше чем при листовой обработке в фазу бутонизации, на 0,4 тыс. м²/га. Следует отметить, что в данном опыте присутствует прямая пропорциональность: с увеличением количества подкормок увеличивается площадь листьев растений нута.

Продуктивность посевов наряду с площадью листьев определяется длительностью функционирования фотосинтетического аппарата, характеризуемого фотосинтетическим потенциалом посева. Фотосинтетический потенциал (ФП) – это число «рабочих дней» листовой поверхности посева. ФП посева тесно коррелирует как с биологической, так и с хозяйственной продуктивностью растений.

В 2020 г. в посевах с применением листовых подкормок показатель фотосинтетического потенциала на всех вариантах выше, чем на варианте без обработки. Так, значение ФП с листовой подкормкой в фазу 4-5 листьев, но без обработки семян, составило 587,01 тыс. м²·сут. /га, что больше варианта без обработки на 22,76 тыс. м²·сут. /га. При листовой подкормке в фазу бутонизации без обработки семян ФП составлял 604,4 тыс. м²·сут. /га. При двукратной листовой подкормке без инокуляции изучаемый показатель составлял 625,12 тыс. м²·сут. /га, что больше, чем при подкормке в фазу бутонизации, на 20,72 тыс. м²·сут. /га. Здесь также отмечена прямая пропорциональность.

Таблица 13 - Фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза нута в зависимости от листовой подкормки и инокуляции семян, 2020 г.

Вариант опыта		Площадь листьев по фазам развития, тыс. м ² /га				ФП, тыс. м ² . сут. /га	ЧПФ, г/м ² . сут.
Фактор А	Фактор В	Фаза 4-5 листьев	Фаза бутонизации	Фаза образования бобов	Фаза созревания бобов		
Без инокуляции (К1)	Без обработки (К2)	1,30	8,80	15,60	4,80	564,25	3,44
	В фазу 3 листьев	1,33	9,00	16,50	4,90	587,01	3,48
	В фазу бутонизации	1,37	9,30	17,00	5,00	604,40	3,76
	Двукратная обработка	1,39	9,50	17,40	5,50	625,12	3,80
Ризоторфин	Без обработки (К2)	1,40	9,70	17,80	5,90	643,80	3,86
	В фазу 3 листьев	1,42	9,90	18,50	6,10	664,52	4,88
	В фазу бутонизации	1,44	10,00	19,00	6,30	679,69	4,96
	Двукратная обработка	1,47	10,30	19,70	6,50	702,45	4,97
РизоБаш	Без обработки (К2)	1,50	10,60	20,30	6,80	725,20	5,00
	В фазу 3 листьев	1,54	10,90	21,70	6,90	759,24	5,56
	В фазу бутонизации	1,55	11,30	22,50	7,00	783,48	5,61
	Двукратная обработка	1,58	11,60	24,80	7,10	833,98	5,71

Фотосинтетический потенциал на варианте с инокуляцией семян нута Ризоторфин составил 643,8 тыс. м²·сут./га, что больше варианта без обработки на 79,55 тыс. м²·сут./га, но меньше, чем при инокуляции РизоБаш, – 725,2 тыс. м²·сут./га. Максимальный ФП был зафиксирован при инокуляции РизоБаш совместно с двукратной листовой подкормкой – 833,98 тыс. м²·сут./га.

Величина урожая зависит от показателя чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ). Выявлено, что в среднем за весь период вегетации он был на уровне 3,44–5,71 г/м²·сут. Наибольшее значение ЧПФ отмечено при применении двукратной листовой подкормки на варианте с обработкой семян инокулянтном РизоБаш – 5,71 г/м²·сут.

В 2021 г. увеличение листовой пластины нута наиболее интенсивно протекало на первых этапах развития до фазы образования бобов, затем листовая поверхность нута уменьшалась за счет усыхания листьев. Площадь листьев нута в фазу 4-5 листьев составляла 0,8 – 1,32 тыс. м²/га, в фазу бутонизации – 20,0 – 31,5 тыс. м²/га, в фазу образования бобов – 19,8 – 32,2 тыс. м²/га, созревания бобов – 5,9 – 15,4 тыс. м²/га (таблица 14).

Инокуляция семян нута оказывала определенное влияние на площадь листовой пластины. Ее максимальное значение отмечали в фазу образования бобов, наибольшей она была на вариантах с инокуляцией семян РизоБаш и двукратной листовой подкормкой – 32,2 тыс. м²/га. На варианте с инокуляцией семян Ризоторфином без листовой подкормки в фазу образования бобов площадь листьев составляла 27,4 тыс. м²/га, что больше варианта без обработки на 7,6 тыс. м²/га. Однако при инокуляции РизоБаш значение анализируемого показателя составляло 30,8 тыс. м²/га. Таким образом, листовые подкормки положительно сказались на площади листовой пластины. Наибольшая площадь листьев без инокуляции зафиксирована на варианте с двукратной листовой подкормкой в фазу образования бобов – 23,6 тыс. м²/га.

Таблица 14 - Фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза нута в зависимости от листовой подкормки и инокуляции семян, 2021 г.

Вариант опыта		Площадь листьев по фазам развития, тыс. м ² /га				ФП, тыс. м ² ·сут. /га	ЧПФ, г/м ² · сут.
Фактор А	Фактор В	Фаза 4-5 листьев	фаза бутонизации	фаза образования бобов	фаза созревания бобов		
Без инокуляции (К1)	Без обработки (К2)	0,80	20,80	19,80	5,90	946,00	1,79
	В фазу 3 листьев	0,84	21,30	21,90	6,40	1008,80	2,11
	В фазу бутонизации	0,86	21,70	22,70	6,70	1039,20	2,12
	Двукратная обработка	0,88	22,40	23,60	7,80	1093,60	2,14
Ризоторфин	Без обработки (К2)	0,94	25,60	27,40	10,50	1288,80	2,15
	В фазу 3 листьев	1,00	28,20	28,90	11,60	1394,00	2,16
	В фазу бутонизации	1,10	28,80	29,30	12,50	1434,00	2,21
	Двукратная обработка	1,20	29,30	29,80	13,10	1468,00	2,27
РизоБаш	Без обработки (К2)	1,25	29,70	30,80	14,60	1527,00	2,31
	В фазу 3 листьев	1,27	30,80	31,60	14,90	1571,40	2,54
	В фазу бутонизации	1,29	31,30	31,90	15,20	1593,80	2,71
	Двукратная обработка	1,32	31,50	32,20	15,40	1608,40	2,81

В 2021 году четко прослеживается достоверная тенденция увеличения площади листьев на вариантах с применением листовых подкормок. Следует отметить, что их применение влияет на работу ассимилирующего аппарата нута. Исследованиями выявлено, что на всех вариантах опыта обработка по вегетации способствует возрастанию площади листовой поверхности. С увеличением обработок по вегетации площадь листьев также увеличивается, зафиксирована прямая пропорциональность, как и в предыдущем году.

Максимальный показатель фотосинтетического потенциала в 2021 г. был на варианте с обработкой семян инокулянтom РизоБаш совместно с двукратной листовой подкормкой, составляя 1608,4 тыс. м²·сут./га (см. таблицу 14). Наименьший показатель ФП был на варианте без обработки, составив 946 тыс. м²·сут./га. Следует отметить, что инокуляция семян положительно повлияла на ФП. Так, на варианте с Ризоторфином без листовой подкормки анализируемый показатель составлял 1288,8 тыс. м²·сут./га, что больше варианта без обработки на 342,8 тыс. м²·сут./га. Однако этот инокулянт был менее эффективным по сравнению с инокуляцией РизоБаш, под действием которого ФП составлял 1527 тыс. м²·сут./га. По фактору В, без инокуляции, наибольшее значение ФП было на варианте с двукратной листовой подкормкой – 1093,6 тыс. м²·сут./га.

Чистая продуктивность фотосинтеза посевов нута возрасала на протяжении всего вегетационного периода вследствие накопления большего количества органического вещества.

ЧПФ за весь период вегетации 2021 г. составлял 1,79 – 2,81 г/м²·сут. Наибольшая величина ЧПФ была отмечена на варианте с двукратной листовой подкормкой совместно с инокуляцией семян РизоБаш – 2,81 г/м²·сут., что больше варианта без обработки на 1,02 5,71 г/м²·сут.

В 2022 г. динамика фотосинтетической деятельности растений нута была аналогичной двум предыдущим годам исследований. Площадь листьев нута в фазу 4-5 листьев составляла 1,7 – 2,54 тыс. м²/га, в фазу бутонизации – 11,3 – 18,24, в фазу образования бобов – 18,4 – 38,7, в фазу созревания бобов - 15,3 – 29,2 тыс. м²/га (таблица 15). Характер нарастания листовой пластины имеет ту же

направленность, что и в предыдущие годы исследований. Как и в 2020 и 2021 гг., в фазу образования бобов зафиксирована наибольшая площадь листьев на варианте с инокуляцией РизоБаш совместно с двукратной листовой обработкой – 38,7 тыс. м²/га. За все три года исследований это самая большая площадь, что объясняется благоприятными погодными условиями. В период активного роста и развития растений выпало оптимальное количество осадков и был благоприятный температурный режим, что в дальнейшем обусловило повышение продуктивности растений нута. Инокуляция Ризоторфином, как и в предыдущие два года, повлияла на площадь листьев, которая в фазу образования бобов составила 22,8 тыс. м²/га, что больше варианта без обработки на 4,4 тыс. м²/га, но меньше, чем при инокуляции семян нута РизоБаш – 29,7 тыс. м²/га. Листовые подкормки без инокуляции также повысили площадь листовой пластины в фазу образования бобов, которая составляла 18,9 – 20,7 тыс. м²/га, площадь на контрольном варианте без обработок равнялась 18,4 тыс. м²/га.

Фотосинтетический потенциал за вегетацию растений нута составлял 1050,75 – 1995,30 тыс. м²·сут./га. Максимальный эффект получен при инокуляции семян нута РизоБаш и двукратной листовой подкормке – 1995,3 тыс. м²·сут./га (см. таблицу 15).

Максимальный показатель чистой продуктивности фотосинтеза нута отмечали на вариантах с предпосевной инокуляцией семян РизоБаш и двукратной листовой подкормкой – 2,64 г/м²·сут. За весь период вегетации ЧПФ составляла 2,07 – 2,64 г/м²·сут.

В среднем за 2020-2022 гг. исследований площадь листьев в фазу 4-5 листьев составляла 1,27 – 1,81 тыс. м²/га, в фазу бутонизации – 13,63 – 20,45 тыс. м²/га, в фазу образования бобов – 17,93 – 31,90 тыс. м²/га, в фазу созревания бобов – 8,67 – 17,23 тыс. м²/га (таблица 16).

Таблица 15 - Фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза нута в зависимости от листовой подкормки и инокуляции семян, 2022 г.

Вариант опыта		Площадь листьев по фазам развития, тыс. м ² /га				ФП, тыс. м ² ·сут./га	ЧПФ, г/м ² ·сут.
Фактор А	Фактор В	Фаза 4-5 листьев	фаза бутонизации	фаза образования бобов	фаза созревания бобов		
Без инокуляции (К1)	Без обработки (К2)	1,70	11,30	18,40	15,30	1050,75	2,07
	В фазу 3 листьев	1,72	12,34	18,90	15,90	1099,35	2,14
	В фазу бутонизации	1,83	13,40	19,50	16,70	1157,18	2,29
	Двукратная обработка	1,84	13,76	20,70	17,70	1215,00	2,31
Ризоторфин	Без обработки (К2)	1,95	14,70	22,80	20,40	1346,63	2,32
	В фазу 3 листьев	2,00	15,50	24,60	22,30	1449,00	2,37
	В фазу бутонизации	2,10	15,98	26,50	24,50	1554,30	2,39
	Двукратная обработка	2,20	16,50	27,60	25,30	1611,00	2,43
РизоБаш	Без обработки (К2)	2,26	17,20	29,70	26,70	1706,85	2,47
	В фазу 3 листьев	2,30	17,60	32,50	27,80	1804,50	2,60
	В фазу бутонизации	2,43	17,80	35,40	28,80	1899,68	2,61
	Двукратная обработка	2,54	18,24	38,70	29,20	1995,30	2,64

Таблица 16 - Фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза нута в зависимости от листовой подкормки и инокуляции семян, среднее за 2020-2022 гг.

Вариант опыта		Площадь листьев по фазам развития, тыс. м ² /га				ФП, тыс. м ² ·сут. /га	ЧПФ, г/м ² ·сут.
Фактор А	Фактор В	Фаза 4-5 листьев	фаза бутонизации	фаза образования бобов	фаза созревания бобов		
Без инокуляции (К1)	Без обработки (К2)	1,27	13,63	17,93	8,67	1787,42	2,43
	В фазу 3 листьев	1,30	14,21	19,10	9,07	1881,11	2,58
	В фазу бутонизации	1,35	14,80	19,73	9,47	1954,04	2,72
	Двукратная обработка	1,37	15,22	20,57	10,33	2046,43	2,75
Ризоторфин	Без обработки (К2)	1,43	16,67	22,67	12,27	2286,25	2,78
	В фазу 3 листьев	1,47	17,87	24,00	13,33	2444,32	3,14
	В фазу бутонизации	1,55	18,26	24,93	14,43	2554,06	3,19
	Двукратная обработка	1,62	18,70	25,70	14,97	2632,76	3,22
РизоБаш	Без обработки (К2)	1,67	19,17	26,93	16,03	2755,26	3,26
	В фазу 3 листьев	1,70	19,77	28,60	16,53	2876,96	3,57
	В фазу бутонизации	1,76	20,13	29,93	17,00	2974,18	3,64
	Двукратная обработка	1,81	20,45	31,90	17,23	3085,58	3,72

В среднем за три года, как и отдельно по годам исследований, максимальная площадь листьев отмечалась в фазу образования бобов на варианте с инокуляцией семян нута РизоБаш и двукратной листовой подкормкой – 31,9 тыс. м²/га. Площадь листьев на варианте с инокуляцией Ризоторфином в фазу образования бобов составляла 22,67 тыс. м²/га, на варианте с инокуляцией РизоБаш – 26,93 тыс. м²/га, что свидетельствует о его большей эффективности.

В 2020-2022 гг. наибольший ФП был на варианте с инокуляцией семян РизоБаш совместно с двукратной листовой подкормкой, составляя 3085,58 тыс. м²·сут. /га. ФП при инокуляции Ризоторфином равнялся 2286,25 тыс. м²·сут. /га, что больше, чем на варианте без обработки, на 498,83 тыс. м²·сут. /га, но меньше, чем при инокуляции РизоБаш - 2755,26 тыс. м²·сут. /га. Вариант с двукратной листовой подкормкой был наиболее эффективен: ФП составил 2046,43 тыс. м²·сут. /га.

Чистая продуктивность фотосинтеза нута за три года исследований составила 2,43 – 3,72 г/м²·сут. Максимальный эффект отмечали при инокуляции РизоБаш с двукратной листовой подкормкой – 3,72 г/м²·сут. Инокуляция Ризоторфином без фолиарной обработки обеспечивала повышение ЧФП до 2,78 г/м²·сут., однако инокуляция РизоБаш была более эффективной, на этом варианте ЧПФ составляло 3,26 г/м²·сут.

Таким образом, в условиях Краснокутской СОС фотосинтетическая деятельность посевов нута была различной по всем годам исследований. Применение инокуляции семян совместно с листовыми обработками по вегетации существенно увеличивает фотосинтетическую деятельность. Наиболее эффективным агроприемом является предпосевная обработка семян нута инокулянтom РизоБаш совместно с двукратной листовой подкормкой в фазы 3 листьев и бутонизации.

4.5 Влияние инокулянтов на содержание клубеньковых бактерий

На корнях зернобобовых культур формируются клубеньковые бактерии, которые фиксируют азот из воздуха, что обуславливает повышение плодородия почв.

Однако для повышения активности симбиотической азотфиксации необходимо производить предпосевную инокуляцию семян нута активными штаммами клубеньковых бактерий.

Полевые исследования показали, что образование клубеньков на корнях нута зависело от ряда факторов, среди которых тепло и влага.

Наибольшее количество клубеньков на растениях нута формируется в фазу цветения, поэтому для определения клубеньков на корнях растений нута был выбран этот период роста и развития растений нута. Для этого были заложены площадки по 0,25 м² в четырех местах каждой делянки и выкопаны с корнями все растения, сложены в пакеты, отмыты все корни, посчитано число растений и клубеньков с каждого растения, взвешена их масса.

В 2020 г. равномерное распределение осадков и умеренная температура оказывали положительное влияние на формирование клубеньков на корнях растений нута. Применение инокуляции семян Ризоторфином в опыте способствовало повышению количества клубеньков на одном растении до 15,32 шт., что больше, чем на варианте без обработки, на 1,29 шт. Масса сухих клубеньков на одно растение с применением инокулянта Ризоторфин достигала 0,55 г. Наибольшее количество клубеньков сформировалось на варианте с инокуляцией семян РизоБаш – 16,88 шт, что больше варианта с применением Ризоторфина на 1,56 шт. Масса сухих клубеньков с инокуляцией РизоБаш составляла 0,7 г. Кроме того, отмечали положительную динамику в результате листовых подкормок, которые также повлияли на образование клубеньков. Так, например, листовая подкормка в фазу 3 листьев без инокуляции способствовала формированию клубеньков на одно растение в количестве 14,93 шт., в то время как на варианте без обработки этот показатель составлял 14,04 шт. Листовая подкормка в фазу бутонизации без обработки семян способствовала формированию клубеньков в количестве 15,05 шт., однако самой эффективной оказалась двукратная листовая подкормка в фазы 3 листьев и бутонизации, на этом варианте зафиксировано 15,2 шт. Масса сухих клубеньков на одно растение на варианте с двукратной листовой подкормкой составляла 0,54 г. В 2020 г. наиболее

эффективным оказалось проведение инокуляции семян нута РизоБаш в комплексе с двукратной листовой подкормкой, где сформировалось наибольшее количество клубеньков – 18,88 шт. при их массе на 1 растение 0,79 г (таблица 17).

В 2021 г. с высокими температурами, которые достигали 45 °С, клубеньков формировалось меньше, чем в предыдущем году. Вследствие низкой относительной влажности почвы образование клубеньков сильно замедлилось и привело к отмиранию даже уже сформировавшихся. При инокуляции семян Ризоторфином на одно растение сформировалось 6,02 шт. клубеньков, что больше варианта без обработки на 0,81 шт.

РизоБаш был более эффективным: на одном растении нута в этом случае было сформировано 6,71 шт. клубеньков, масса которых составила 0,34 г. По сравнению с 2020 г. исследований листовые подкормки были не так эффективны, однако положительная динамика образования клубеньков сохранилась. Максимальный эффект на вариантах без обработки был получен при двукратной листовой обработке, где количество клубеньков составило 5,7 шт., что больше варианта без обработки на 0,49 шт. Наилучшим оказался вариант с применением инокулянта РизоБаш и двукратной листовой подкормкой, где было сформировано наибольшее количество клубеньков - 7,38 шт. (см. таблицу 17).

По сравнению с 2021 г., в 2022 г. количество клубеньков на одно растение увеличивалось. В связи с благоприятными погодными условиями на варианте с инокуляцией семян Ризоторфином было сформировано 15,77 шт. сухих клубеньков на одно растение, масса которых составила 0,59 г. Вариант с инокуляцией семян РизоБаш оказался, как и в два предыдущих года, эффективнее, количество сухих клубеньков на этом варианте составило 17,36 шт., что больше варианта без обработки на 3,23 шт.

Таблица 17 - Влияние инокулянтов Ризоторфин, РизоБаш и листовой подкормки на количество и массу клубеньков, 2020-2022 гг.

Фактор А	Фактор В	Количество клубеньков на 1 растение, шт.				Масса клубеньков на 1 растение, г			
		2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее за 3 года	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее за 3 года
Без инокуляции (К1)	Без обработки (К2)	14,03	5,21	14,13	11,12	0,39	0,23	0,41	0,34
	В фазу 3 листьев	14,93	5,25	14,73	11,64	0,47	0,25	0,45	0,39
	В фазу бутонизации	15,05	5,47	15,23	11,92	0,52	0,27	0,51	0,43
	Двукратная обработка	15,20	5,70	15,54	12,15	0,54	0,29	0,56	0,46
Ризоторфин	Без обработки (К2)	15,32	6,02	15,77	12,37	0,55	0,30	0,59	0,48
	В фазу 3 листьев	15,55	6,10	15,94	12,53	0,58	0,31	0,62	0,50
	В фазу бутонизации	16,57	6,23	16,16	12,99	0,60	0,32	0,64	0,52
	Двукратная обработка	16,80	6,59	17,18	13,52	0,67	0,33	0,69	0,56
РизоБаш	Без обработки (К2)	16,88	6,71	17,36	13,65	0,70	0,34	0,74	0,59
	В фазу 3 листьев	17,80	7,28	17,55	14,21	0,74	0,38	0,76	0,63
	В фазу бутонизации	17,97	7,34	18,48	14,60	0,75	0,40	0,83	0,66
	Двукратная обработка	18,88	7,38	18,94	15,07	0,79	0,49	0,88	0,72

Листовые подкормки также повлияли на формирование клубеньков. Наиболее эффективным был вариант опыта с двукратной листовой подкормкой, где сформировалось 15,54 клубенька на одно растение, масса которых составила 0,56 г. В 2022 г. максимальное увеличение анализируемого показателя было в результате инокуляции семян нута РизоБаш и двукратной листовой подкормки, достигая 18,94 шт., что больше всех других вариантов.

В среднем за три года исследований наилучшим оказался вариант опыта, где была проведена инокуляция семян нута биопрепаратом РизоБаш совместно с двукратной листовой подкормкой в фазы 3 листьев и бутонизации, где на корнях одного растения нута в фазу цветения сформировалось 15,07 клубеньков с общей массой 0,72 г.

Таким образом, проведенные исследования показали, что на каштановой почве сухостепного Заволжья для максимального повышения симбиотической азотфиксации нута необходимо совместное применение биопрепарата РизоБаш с двукратной листовой подкормкой.

5. ВЛИЯНИЕ ПРЕДЛАГАЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НУТА НА ЕГО ПРОДУКТИВНОСТЬ

5.1 Элементы структуры урожая нута

Структура урожая – важный показатель при оценке продуктивности сельскохозяйственных культур. Основными компонентами структуры урожая, характеризующими развитие агрофитоценоза у зернобобовых, является густота растений перед уборкой, количество бобов на одно растение, количество зерен на одно растение, масса зерна с одного растения и масса 1000 зерен.

Результаты исследования показали, что в 2020 г. наибольшее количество бобов на одно растение формировалось при инокуляции семян нута РизоБаш совместно с двукратной листовой подкормкой – 16,5 шт. (таблица 18, приложение 18–20). На варианте с инокуляцией семян Ризоторфином было сформировано 14,6 шт. бобов на одно растение, что больше варианта без обработки на 1,3 шт., но меньше варианта с инокуляцией семян РизоБаш – 15,5 шт. Следует отметить, что при листовой обработке количество бобов на одно растение увеличивается, максимальное значение анализируемого показателя было на варианте с двукратной листовой подкормкой без обработки семян инокулянтами – 14,2 шт. Наибольшее количество зерен на одно растение наблюдалось при инокуляции семян РизоБаш совместно с двукратной листовой подкормкой – 16,3 шт. При применении листовых подкормок без инокуляции семян количество зерен на одно растение составляло 13,5 – 13,8 шт. Масса зерна с одного растения в 2020 г. варьировала от 2,6 до 3,6 г по вариантам опыта. Максимальная масса 1000 зерен отмечалась на варианте с проведением инокуляции семян РизоБаш и двукратной листовой подкормкой – 226,7 г.

В 2021 г. проведение листовых подкормок положительно влияло на количество бобов на одно растение. Наибольшее количество бобов без обработки семян инокулянтами наблюдалось при двукратной листовой подкормке – 10,3 шт., что больше варианта без обработки на 1,1 шт. (таблица 19, приложение 21–23). Инокуляция семян оказывает положительное влияние на формирование бобов на

растениях нута. Количество бобов на варианте с инокуляцией семян Ризоторфином без обработок по вегетации составляло 10,9 шт., однако эффективнее оказалась инокуляция семян РизоБаш без листовых обработок, где количество бобов составляло 12,4 шт.

Наибольшее количество зерен на одно растение было при инокуляции семян нута РизоБаш и двукратной листовой подкормке – 15,5 шт. Наименьшее количество зерен было на варианте без обработки – 9,7 шт. Масса зерна с одного растения изменялась от 2,1 до 3,9 г. Масса 1000 зерен варьировала от 215,67 до 234,3 г в зависимости от варианта опыта.

Анализируя структуру урожайности нута в 2022 г., можно отметить положительное влияние листовых подкормок и инокуляции семян за весь период вегетации растений (таблица 20, приложение 24–26).

По сравнению с 2021 г., в 2022 г. наблюдалось увеличение количества бобов на одно растение нута вследствие выпадения достаточного количества осадков в период активного образования бобов. Значение анализируемого показателя составляло 12,5 - 16,9 шт.

Отмечено, что максимальное количество бобов было сформировано при инокуляции семян нута РизоБаш совместно с двукратной листовой подкормкой – 16,9 шт. на одно растение. Количество зерен на одно растение составляло 13,1 – 17,6 шт. Масса 1000 зерен составила от 220 до 236 г по вариантам опыта. Самые крупные семена нута формировались на варианте с инокуляцией семян РизоБаш и двукратной подкормкой – 236 г.

Исследования, проведенные в 2020-2022 гг., показывают, что инокуляция семян и листовые подкормки положительно влияют на структуру урожая (таблица 21, приложение 27–29).

Вариант с инокуляцией РизоБаш проявил себя наиболее эффективно. Масса 1000 семян составляла 217,08 – 232,37 г. Более крупные семена формировались на вариантах, где проводили предпосевную инокуляцию семян нута и листовые подкормки.

Таблица 18 – Элементы структуры урожая нута в зависимости от листовой подкормки и инокуляции семян, 2020 г.

Фактор А	Фактор В	Количество бобов на одно растение, шт	Количество зерен на одно растение, шт	Масса зерна с одного растения, г	Масса 1000 зерен, г
Без инокуляции (К1)	Без обработки (К2)	13,3	13,1	2,6	215,3
	В фазу 3 листьев	13,4	13,5	2,7	217,6
	В фазу бутонизации	13,7	13,7	2,8	219,3
	Двукратная обработка	14,2	13,8	2,8	219,0
Ризоторфин	Без обработки (К2)	14,6	13,9	2,8	220,0
	В фазу 3 листьев	14,7	14,9	2,9	220,6
	В фазу бутонизации	14,8	15,0	2,9	220,7
	Двукратная обработка	15,5	15,5	3,0	222,3
РизоБаш	Без обработки(К2)	15,5	15,7	3,1	223,7
	В фазу 3 листьев	16,2	15,9	3,2	225,0
	В фазу бутонизации	16,3	16,0	3,5	226,3
	Двукратная обработка	16,5	16,3	3,6	226,7
Дисперсионный анализ количества зерен на одно растение	Среднее по фактору А: А1-13,62; А2- 14,82; А3- 15,98; Среднее по фактору В: В1-14,31; В2- 14,81; В3-14,92; В4-15,18. НСР ₀₅ для част. средних - 0,193; НСР ₀₅ по фактору А – 0,096; НСР ₀₅ по фактору В – 0,111; НСР ₀₅ по фактору АВ – 0,193				
Дисперсионный анализ массы зерна с одного растения	Среднее по фактору А: А1-2,73; А2- 2,87; А3- 3,38; Среднее по фактору В: В1-2,82; В2- 2,94; В3-3,06; В4-3,14. НСР ₀₅ для част. средних - 0,151; НСР ₀₅ по фактору А – 0,075; НСР ₀₅ по фактору В – 0,087; НСР ₀₅ по фактору АВ – 0,151				
Дисперсионный анализ массы 1000 зерен	Среднее по фактору А: А1-217,83; А2- 220,92; А3- 225,42; Среднее по фактору В: В1-219,67; В2- 221,11; В3-222,11; В4-222,67. НСР ₀₅ для част. средних - 1,571; НСР ₀₅ по фактору А – 0,785; НСР ₀₅ по фактору В – 0,907; НСР ₀₅ по фактору АВ – F _ф <F _т				

Таблица 19 – Элементы структуры урожая нута в зависимости от листовой подкормки и инокуляции семян, 2021 г.

Фактор А	Фактор В	Количество бобов на одно растение, шт	Количество зерен на одно растение, шт	Масса зерна с одного растения, г	Масса 1000 зерен, г
Без инокуляции (К1)	Без обработки (К2)	9,2	9,7	2,1	215,67
	В фазу 3 листьев	9,8	10,3	2,3	216,3
	В фазу бутонизации	10,3	11,5	2,4	217,7
	Двукратная обработка	10,3	11,6	2,5	221,3
Ризоторфин	Без обработки (К2)	10,9	11,7	2,7	224,7
	В фазу 3 листьев	11,6	12,6	2,8	225,7
	В фазу бутонизации	11,8	13,3	2,9	226,0
	Двукратная обработка	12,1	13,4	3,0	228,7
РизоБаш	Без обработки (К2)	12,4	13,8	3,2	228,7
	В фазу 3 листьев	12,7	14,3	3,4	230,3
	В фазу бутонизации	13,2	14,8	3,6	231,7
	Двукратная обработка	14,1	15,5	3,9	234,3
Дисперсионный анализ количества зерен на одно растение	Среднее по фактору А: А1-10,75; А2- 12,75; А3- 14,60; Среднее по фактору В: В1-11,74; В2- 12,38; В3-13,18; В4-13,50. НСР ₀₅ для част. средних - 0,309; НСР ₀₅ по фактору А – 0,155; НСР ₀₅ по фактору В – 0,179; НСР ₀₅ по фактору АВ – 0,309				
Дисперсионный анализ массы зерна с одного растения	Среднее по фактору А: А1-2,32; А2- 2,83; А3- 3,49; Среднее по фактору В: В1-2,68; В2- 2,79; В3-2,96; В4-3,10. НСР ₀₅ для част. средних - 0,114; НСР ₀₅ по фактору А – 0,057; НСР ₀₅ по фактору В – 0,066; НСР ₀₅ по фактору АВ – 0,114				
Дисперсионный анализ массы 1000 зерен	Среднее по фактору А: А1-217,75; А2- 226,25; А3- 231,25; Среднее по фактору В: В1-223,00; В2- 224,11; В3-225,11; В4-228,11. НСР ₀₅ для част. средних - 1,392; НСР ₀₅ по фактору А – 0,696; НСР ₀₅ по фактору В – 0,804; НСР ₀₅ по фактору АВ – F _ф <F _т				

Таблица 20 – Элементы структуры урожая нута в зависимости от листовой подкормки и инокуляции семян, 2022 г.

Фактор А	Фактор В	Количество бобов на одно растение, шт	Количество зерен на одно растение, шт	Масса зерна с одного растения, г	Масса 1000 зерен, г
Без инокуляции (К1)	Без обработки (К2)	12,5	13,1	3,1	220,0
	В фазу 3 листьев	13,4	14,1	3,2	222,0
	В фазу бутонизации	13,9	14,1	3,5	224,0
	Двукратная обработка	14,1	14,3	3,7	225,0
Ризоторфин	Без обработки (К2)	14,7	15,1	3,9	226,7
	В фазу 3 листьев	15,1	15,4	4,0	228,0
	В фазу бутонизации	15,5	15,9	4,1	227,7
	Двукратная обработка	15,9	16,3	4,3	230,3
РизоБаш	Без обработки (К2)	16,1	16,7	4,2	231,7
	В фазу 3 листьев	16,3	16,9	4,3	233,3
	В фазу бутонизации	16,5	17,1	4,5	235,3
	Двукратная обработка	16,9	17,6	4,7	236,0
Дисперсионный анализ количества зерен на одно растение	Среднее по фактору А: А1-13,89; А2- 15,73; А3- 17,09; Среднее по фактору В: В1-14,97; В2- 15,53; В3-15,71; В4-16,08. НСР ₀₅ для част. средних - 0,296; НСР ₀₅ по фактору А – 0,148; НСР ₀₅ по фактору В – 0,171; НСР ₀₅ по фактору АВ – 0,296				
Дисперсионный анализ массы зерна с одного растения	Среднее по фактору А: А1-3,33; А2-4,04; А3-4,39; Среднее по фактору В: В1-3,69; В2- 3,81; В3-3,99; В4-4,20. НСР ₀₅ для част. средних - 0,130; НСР ₀₅ по фактору А – 0,065; НСР ₀₅ по фактору В – 0,075; НСР ₀₅ по фактору АВ – F _ф <F _т				
Дисперсионный анализ массы 1000 зерен	Среднее по фактору А: А1-222,75; А2- 228,17; А3- 234,08; Среднее по фактору В: В1-226,11; В2- 227,78; В3-229,00; В4-230,44. НСР ₀₅ для част. средних - 1,434; НСР ₀₅ по фактору А – 0,717; НСР ₀₅ по фактору В – 0,828; НСР ₀₅ по фактору АВ – F _ф <F _т				

Таблица 21 – Элементы структуры урожая нута в зависимости от листовой подкормки и инокуляции семян, среднее в 2020-2022 гг.

Фактор А	Фактор В	Количество бобов на одно растение, шт	Количество зерен на одно растение, шт	Масса зерна с одного растения, г	Масса 1000 зерен, г
Без инокуляции (К1)	Без обработки (К2)	11,67	11,73	2,54	217,08
	В фазу 3 листьев	12,20	12,39	2,68	218,75
	В фазу бутонизации	12,63	12,99	2,84	220,40
	Двукратная обработка	12,87	13,12	2,92	222,01
Ризоторфин	Без обработки (К2)	13,40	13,41	3,05	223,99
	В фазу 3 листьев	13,78	14,19	3,16	224,99
	В фазу бутонизации	14,03	14,65	3,22	225,16
	Двукратная обработка	14,48	14,96	3,34	226,94
РизоБаш	Без обработки (К2)	14,67	15,30	3,44	228,06
	В фазу 3 листьев	15,07	15,63	3,57	229,28
	В фазу бутонизации	15,33	15,91	3,82	230,62
	Двукратная обработка	15,83	16,42	4,02	232,37
Дисперсионный анализ количества зерен на одно растение	Среднее по фактору А: А1-12,72; А2- 14,43; А3- 15,89; Среднее по фактору В: В1-13,63; В2- 14,24; В3-14,60; В4-14,92. НСР ₀₅ для част. средних - 0,348; НСР ₀₅ по фактору А – 0,174; НСР ₀₅ по фактору В – 0,201; НСР ₀₅ по фактору АВ – Fф<Fт				
Дисперсионный анализ массы зерна с одного растения	Среднее по фактору А: А1-2,79; А2-3,25; А3-3,76; Среднее по фактору В: В1-3,06; В2- 3,18; В3-3,33; В4-3,48. НСР ₀₅ для част. средних - 0,146; НСР ₀₅ по фактору А – 0,073; НСР ₀₅ по фактору В – 0,084; НСР ₀₅ по фактору АВ – Fф<Fт				
Дисперсионный анализ массы 1000 зерен	Среднее по фактору А: А1-219,44; А2- 225,11; А3- 230,25; Среднее по фактору В: В1-222,93; В2- 224,33, В3-225,41; В4-227,07. НСР ₀₅ для част. средних - 1,450; НСР ₀₅ по фактору А – 0,725; НСР ₀₅ по фактору В – 0,837; НСР ₀₅ по фактору АВ – Fф<Fт				

5.2 Влияние приемов возделывания на урожайность зерна нута

Основными показателями экономической ценности однолетних культур являются размер и качество урожая. Эксперименты показали, что продуктивность культур зависит от инокуляции семян и листовой обработки, а также от погодных условий, которые во все годы проведения исследований были различны.

Урожайность зерна нута в 2020 г. колебалась от 1,14 до 1,51 т/га по вариантам опыта. На варианте без обработки она составила 1,14 т/га (приложение 30). Следует отметить, что в результате инокуляции семян урожайность зерна нута повышалась. Так, например, на варианте с проведением инокуляции семян нута Ризоторфином без листовой подкормки урожайность составила 1,30 т/га, при инокуляции РизоБаш анализируемый показатель достигал значения 1,41 т/га. Листовые подкормки также положительно повлияли на урожайность нута. На варианте с двукратной листовой подкормкой без инокуляции урожайность зерна нута составляла 1,27 т/га, что больше варианта без обработки на 11,40 % (рисунок 3).

Инокуляция семян нута в комплексе с листовыми подкормками обеспечивают большее увеличение урожайности по сравнению с применением этих агроприемов по отдельности. Урожайность зерна нута с обработкой семян инокулянт Ризоторфин совместно с двукратной листовой обработкой составила 1,39 т/га, что выше варианта без обработки на 21,93 %, но наибольшая урожайность была сформирована на варианте с инокуляцией семян нута РизоБаш и двукратной листовой подкормкой – 1,51 т/га.

Вследствие высоких температур воздуха в период образования бобов и налива семян, урожайность нута в 2021 г. была ниже по сравнению с предыдущим годом. Анализ данных, полученных в 2021 г., позволил выявить следующие закономерности. Обработка семян инокулянтами без листовой подкормки повысила урожайность нута с 0,81 т/га на варианте без обработки до 1,03 т/га на варианте с предпосевной обработкой РизоБаш. Обработка семян инокулянт Ризоторфин давало увеличение урожайности до 0,94 т/га, что больше варианта без обработки на 16,05 % (приложение 31).

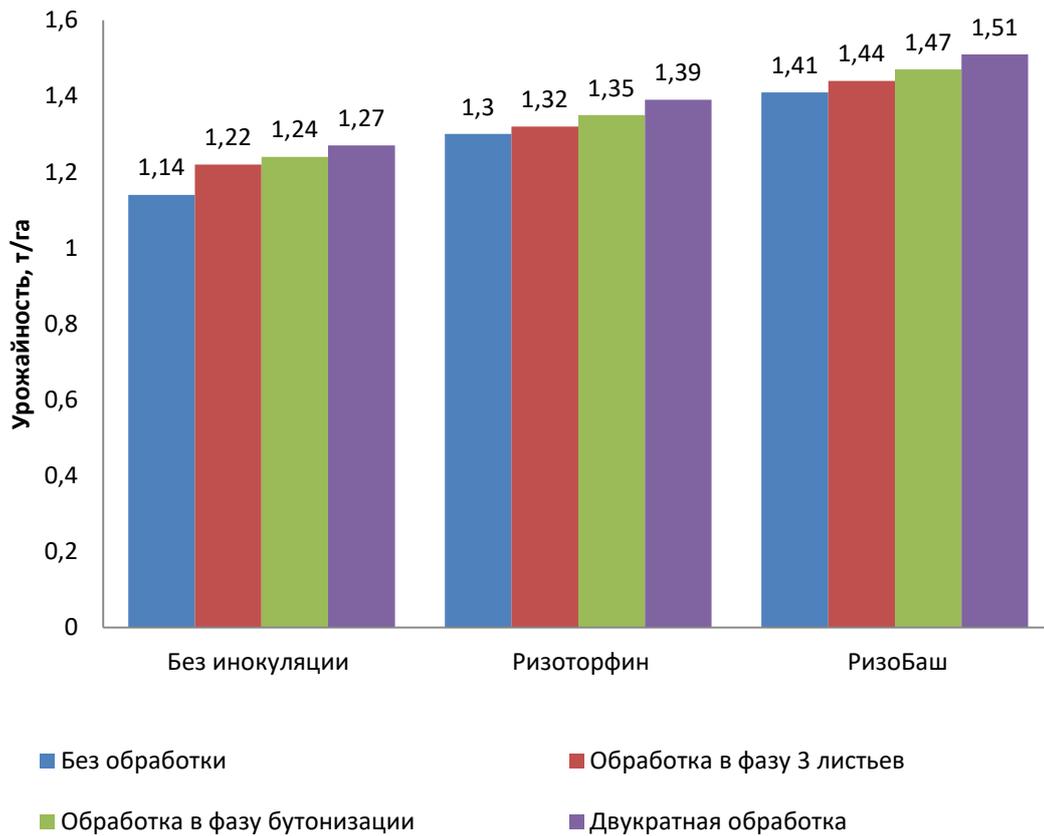


Рисунок 3 – Урожайность зерна нута в зависимости от листовых подкормок и инокуляции семян в 2020 г., т/га

Проведение листовых обработок без инокуляции также обеспечивало повышение урожайности зерна нута. На варианте с листовой подкормкой в фазу 3 листьев урожайность составила 0,85 т/га, что больше варианта без обработки на 4,94 %. При листовой подкормке в фазу бутонизации анализируемый показатель равнялся 0,86 т/га. Максимальный эффект был получен при двукратной листовой подкормке в фазы 3 листьев и бутонизации – 0,89 т/га, что больше варианта без обработки на 9,88 %. Наибольшая продуктивность была получена при проведении инокуляции семян нута и листовых подкормок посевов. На варианте с инокуляцией семян Ризоторфином совместно с двукратной листовой подкормкой урожайность равнялась 1,01 т/га. Наибольшая урожайность зерна нута по вариантам опыта в 2021 г. была получена при обработке семян инокулянтном РизоБаш совместно с двукратной листовой подкормкой - 1,14 т/га, разница с вариантом без обработки 40,74 % (рисунок 4).

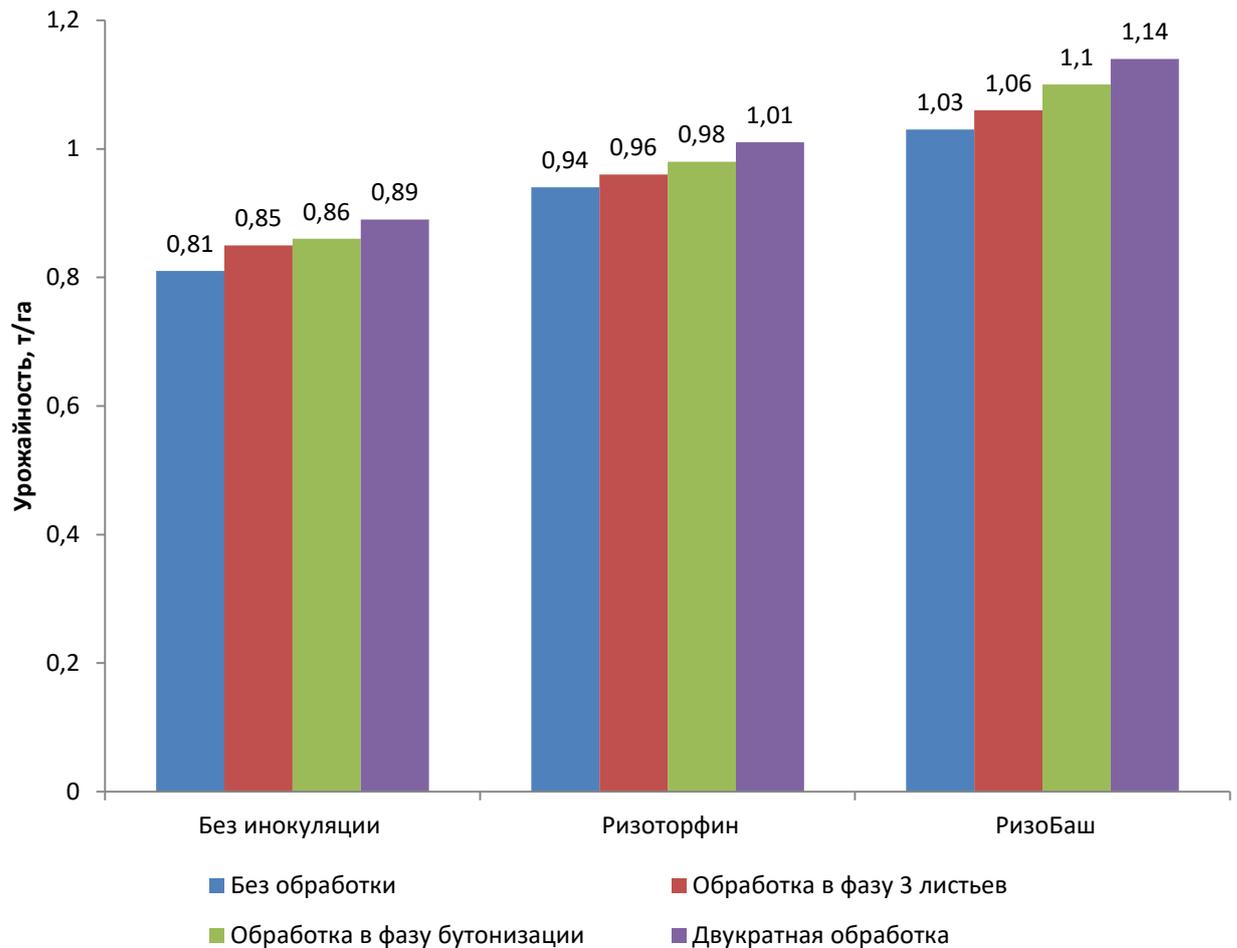


Рисунок 4 - Урожайность зерна нута в зависимости от листовых подкормок и инокуляции семян в 2021 г., т/га

Учитывая данные, полученные в 2022 г., можно отметить, что погодные условия были наиболее благоприятные для роста и развития растений нута, что отразилось на его урожайности. Данные условия позволили наиболее полно раскрыть потенциал изучаемых агроприемов в этом году. Анализируя полученные данные, можно заключить, что наибольшее увеличение урожайности по сравнению с вариантом без обработки посевов во время вегетационного периода было получено при обработке семян инокулянтом Ризобаш - 0,46 т/га, что больше варианта с инокуляцией Ризоторфин на 0,16 т/га. Урожайность на варианте без обработки составила 1,89 т/га (приложение 32, рисунок 5).

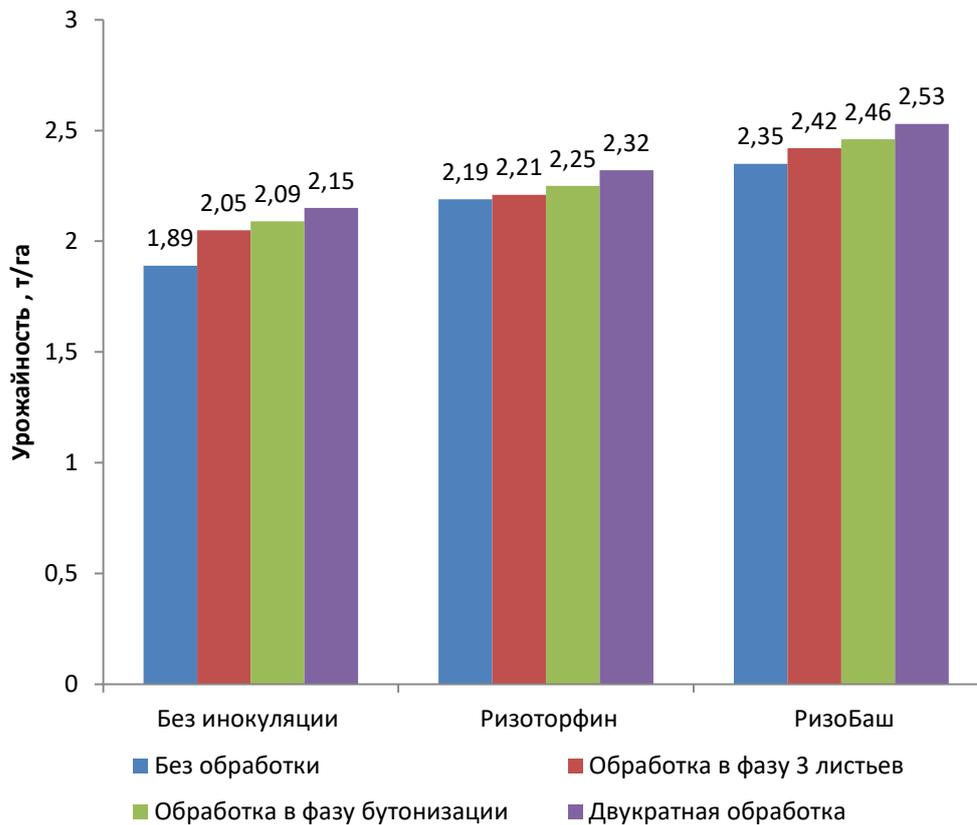


Рисунок 5 – Урожайность зерна нута в зависимости от листовых подкормок и инокуляции семян нута в 2022 г., т/га

На вариантах с листовыми обработками посевов нута без инокуляции был максимальный эффект наблюдали при двукратной листовой подкормке – 2,15 т/га. Максимальное значение анализируемого показателя зафиксировано при инокуляции семян нута РизоБаш и двукратной фолитарной обработке посевов – 2,53 т/га, разница с вариантом без обработки составила 33,86 %, или 0,64 т/га.

В среднем за три года (2020-2022 гг.) тенденция формирования урожайности зерна нута в зависимости от применяемых изучаемых агроприемов сохранилась.

Нут оказался отзывчивым на предпосевную инокуляцию семян. На варианте с предпосевной обработкой семян Ризоторфином без обработки листовой пластины по вегетации нут сформировал урожайность на уровне 1,48 т/га, разница с вариантом без обработки составила 0,20 т/га (рисунок 6).

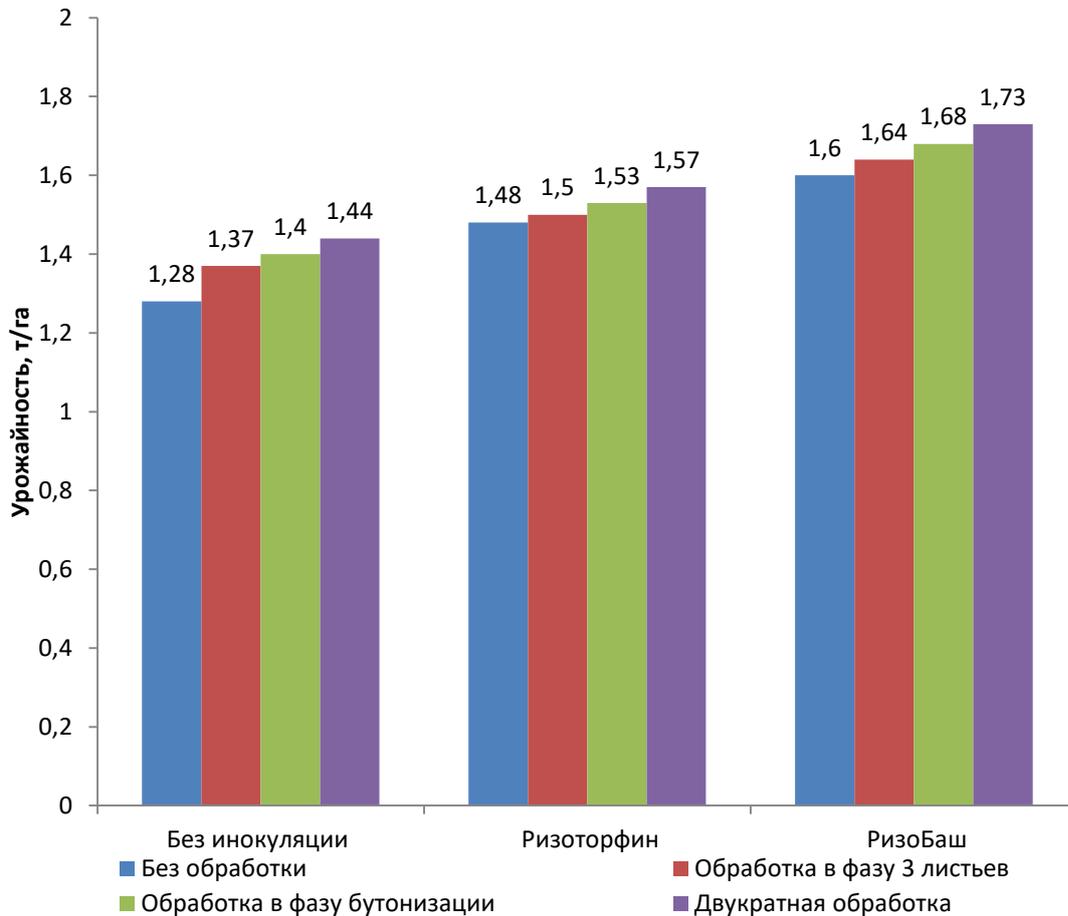


Рисунок 6 - Урожайность зерна нута в зависимости от листовых подкормок и инокуляции семян нута, т/га, среднее в 2020-2022 гг.

В среднем за три года исследований урожайность нута варьировала от 1,28 до 1,73 т/га соответственно по вариантам опыта. На вариантах без инокуляции семян прибавка урожайности относительно варианта без обработки была наименьшей. Значение анализируемого показателя варьировало от 1,37 до 1,44 т/га по вариантам опыта. Инокуляция Ризоторфином обеспечивала большую прибавку, на этих вариантах урожайность зерна нута достигала 1,48-1,57 т/га. Добавление в схему опыта инокулянта РизоБаш давало максимальную прибавку урожайности до 1,60; 1,64; 1,68 и 1,73 т/га соответственно по изучаемым вариантам.

Следует отметить высокую отзывчивость растений нута на предпосевную инокуляции семян Ризоторфином и РизоБаш и последующие фолиарные обработки. При инокуляции Ризоторфином и двукратной некорневой подкормке в фазы 3 листьев и бутонизации была сформирована урожайность на уровне 1,57 т/га. Однако, как и по всем анализируемым показателям, наибольший эффект был

достигнут при инокуляции РизоБаш и последующей некорневой подкормке в фазы 3 листьев и бутонизации - 1,73 т/га (таблица 22, приложение 33–36).

Таблица 22 - Урожайность нута в зависимости от листовой подкормки и инокуляции семян, среднее в 2020-2022 гг.

Вариант опыта		Урожайность, т/га	Разница с контролем	
Фактор А	Фактор В		т/га	%
Без инокуляции (К1)	Без обработки (К2)	1,28	-	-
	В фазу 3 листьев	1,37	0,09	7,03
	В фазу бутонизации	1,40	0,12	9,37
	Двукратная обработка	1,44	0,16	12,50
Ризоторфин	Без обработки (К2)	1,48	0,20	15,63
	В фазу 3 листьев	1,50	0,22	17,19
	В фазу бутонизации	1,53	0,25	19,53
	Двукратная обработка	1,57	0,29	22,66
РизоБаш	Без обработки (К2)	1,60	0,32	25,00
	В фазу 3 листьев	1,64	0,36	28,13
	В фазу бутонизации	1,68	0,40	31,25
	Двукратная обработка	1,73	0,45	35,16

Среднее по фактору А

А1-1.37; А2- 1.52; А3- 1.64

Среднее по фактору В

В1-1.42; В2- 1.50; В3-1.53; В4-1.58

НСР₀₅ для част. средних

0,033

НСР₀₅ по фактору А

0,017

НСР₀₅ по фактору В

0,019

НСР₀₅ по фактору АВ

0,033

Таким образом, можно сделать заключение, что в условиях Саратовского Заволжья растения нута хорошо отзывчивы к применению инокуляции семян совместно с листовыми обработками, проводимыми во время вегетации растений. Более эффективным является проведение двух листовых подкормок в фазу 3 листьев и в фазу бутонизации.

5.3 Влияние приемов возделывания на содержание белка в зерне нута

Важнейшей целью нашего исследования было получение зерна нута, богатого белком.

Зерно нута содержит до 30 % белка, который по качеству приближается к животному. Благодаря высокому содержанию белка потребление этой культуры

распространено в районах с недостаточно развитым животноводством. Потребление зерна нута может восполнить недостаток белка в рационе питания человека.

В 2020 г. было выявлено, что инокуляция семян нута и листовые подкормки оказали положительное влияние на содержание белка в зерне этой культуры.

На варианте с предпосевной инокуляцией семян Ризоторфином без листовой обработки содержание белка в зерне нута составило 25,0 %, что больше контроля на 0,7 %. На варианте с инокуляцией РизоБаш без листовой подкормки были получены более высокие показатели, содержание белка в зерне нута достигало 25,3 %. Наибольшее содержание белка в зерне нута было на варианте с предпосевной инокуляцией семян Ризобаш и последующей двукратной листовой подкормкой посевов в фазу 3 листьев и в фазу бутонизации – 26,0 %, различие данного варианта с вариантом без обработки составило 6,9 % (таблица 23).

В 2021 и 2022 гг. выявлена аналогичная зависимость, что и в 2020 г. Инокуляция семян и листовые подкормки оказали положительное влияние на содержание белка в зерне нута. Необходимо отметить, что этот показатель по годам исследований в значительной степени не изменялся .

В 2021 г. содержание белка в зерне нута составляло 24,5 – 26,3 %. В результате инокуляции семян нута Ризоторфином содержание белка увеличивалось по сравнению с вариантом без обработки, но вариант с применением инокуляции семян Ризобаш был более эффективен, значение этого параметра составило 25,2 и 25,9 % соответственно для вариантов с применением Ризоторфина и РизоБаш.

Таблица 23 - Влияние инокуляции семян и листовой подкормки на содержание белка в зерне нута за годы исследований

Фактор А	Фактор В	Содержание белка в зерне, %				Прибавка к контролю, %
		2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее за 3 года	
Без инокуляции (К1)	Без обработки (К2)	24,3	24,5	24,5	24,4	-
	В фазу 3 листьев	24,4	24,6	24,8	24,6	0,17
	В фазу бутонизации	24,6	24,8	24,9	24,8	0,33
	Двукратная обработка	24,7	24,9	25,0	24,9	0,43
Ризоторфин	Без обработки (К2)	25,0	25,2	25,4	25,2	0,77
	В фазу 3 листьев	25,0	25,6	25,5	25,4	0,93
	В фазу бутонизации	25,1	25,7	25,6	25,5	1,03
	Двукратная обработка	25,2	25,8	25,7	25,6	1,13
РизоБаш	Без обработки (К2)	25,3	25,9	25,8	25,7	1,23
	В фазу 3 листьев	25,4	26,0	26,0	25,8	1,37
	В фазу бутонизации	25,5	26,1	26,2	25,9	1,50
	Двукратная обработка	26,0	26,3	26,4	26,2	1,80

Наибольшее содержание белка было получено при проведении инокуляции семян и листовой подкормки. Максимальный эффект отмечали на варианте с предпосевной инокуляцией семян РизоБаш и двукратной листовой подкормкой, разница с вариантом без обработки составила 7,3 %.

В 2022 г. содержание белка в зерне нута колебалось от 24,5 до 26,4 % по вариантам опыта. На варианте без обработки оно составило 24,5 %. Применение инокуляции семян перед посевом повышало анализируемый показатель на 3,7-5,3 %. При листовой подкормке различие в содержании качества зерна с вариантом без обработки составило 1,2; 1,6 и 2,0 % для обработки в фазу 3 листьев, в фазу бутонизации и двукратной обработки соответственно.

В среднем за три года исследований было выявлено, что для получения наивысшего качества зерна нута, выращенного на каштановой почве Краснокутского района, необходимо проводить инокуляцию семян совместно с листовыми подкормками в фазу 3 листьев и фазу бутонизации, которые в комплексе создают условия для формирования зерна наивысшего качества.

На варианте без обработки содержание белка составило 24,4 %, при предпосевной инокуляции Ризоторфином – 25,2 %, РизоБаш – 25,8 %. Двукратное проведение листовой подкормки посевов было эффективным, различие этого варианта с вариантом обработки в фазу 3 листьев составило 0,8 %, в фазу бутонизации 0,4 %.

В среднем за три года исследований максимальный эффект наблюдали при предпосевной инокуляции семян РизоБаш и двукратной листовой подкормке, содержание белка на этом варианте составляло 26,2 %, что превосходило вариант без обработки на 1,9 %.

6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫХ ПРИЕМОМ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НУТА

Экономическая эффективность современных технологий возделывания культур оценивается по их влиянию на повышение итоговых показателей сельскохозяйственного производства, главным образом на увеличение прибыли за счет повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

Важнейшими показателями экономически в растениеводстве являются стоимость продукции с 1 га, прямые затраты, себестоимость 1 т зерна, условно чистый доход и уровень рентабельности.

Анализ экономической эффективности возделывания нута при применении инокуляции семян и листовых подкормок позволил выявить, что стоимость продукции, а также производственные затраты при обработке семян и посевах по вегетации возрастают. Условный чистый доход в среднем за три года на варианте без применения инокуляции семян и листовой подкормки составил 31,13 тыс. руб. с 1 га, в результате листовой подкормки в фазу 3 листьев этот показатель повысился до 34,30 тыс. руб./га, листовой обработкой в фазу бутонизации – до 35,59 тыс. руб./га. Наибольший чистый доход на вариантах без инокуляции получен при двукратной листовой подкормке – 36,61 тыс. руб. с 1 га.

В результате обработки семян Ризоторфином чистый доход также повышался: до 39,00 тыс. руб./га, добавление листовых подкормок в схему опыта обуславливало повышение этого показателя: подкормка в фазу 3 листьев – до 39,16 тыс. руб./га, в фазу бутонизации – до 40,45 тыс. руб./га, двукратная листовая обработка – до 41,47 тыс. руб./га. Инокуляция семян РизоБаш была более эффективной, условный чистый доход без фолиарной обработки составил 44,66 тыс. руб./га, в комплексе с листовыми подкормками чистый доход повышался и составлял: с подкормкой в фазу 3 листьев – 45,68 тыс. руб./га, в фазу бутонизации – 47,40 тыс. руб./га, при двукратной обработке – 48,85 тыс. руб./га (приложение 37–39, таблица 24).

Таблица 24 - Экономическая эффективность возделывания нута в зависимости от листовой подкормки и инокуляции семян, среднее в 2020-2022 гг.

Фактор А	Фактор В	Урожайность, т/га	Стоимость продукции, тыс.руб./га	Прямые затраты, тыс.руб./га	Себестоимость 1 т, тыс.руб.	Условный чистый доход, тыс.руб./га	Уровень рентабельности, %
Без инокуляции (К1)	Без обработки (К2)	1,28	55,04	23,91	18,68	31,13	130,23
	В фазу 3 листьев	1,37	58,91	24,61	17,96	34,30	139,41
	В фазу бутонизации	1,40	60,20	24,61	17,58	35,59	144,65
	Двукратная обработка	1,44	61,92	25,31	17,57	36,61	144,68
Ризоторфин	Без обработки (К2)	1,48	63,64	24,64	16,65	39,00	158,29
	В фазу 3 листьев	1,50	64,50	25,34	16,89	39,16	154,55
	В фазу бутонизации	1,53	65,79	25,34	16,56	40,45	159,64
	Двукратная обработка	1,57	67,51	26,04	16,59	41,47	159,27
РизоБаш	Без обработки (К2)	1,60	68,80	24,14	15,09	44,66	184,95
	В фазу 3 листьев	1,64	70,52	24,84	15,15	45,68	183,84
	В фазу бутонизации	1,68	72,24	24,84	14,79	47,40	190,77
	Двукратная обработка	1,73	74,39	25,54	14,77	48,85	191,22

Наименьший доход получен на варианте без применения инокуляции и листовой подкормки, а наибольший – на варианте с инокуляцией семян РизоБаш и двукратной листовой подкормкой.

Выявлено, что на варианте без обработки уровень рентабельности составил 130,23 %, это самый низкий показатель из всех возможных вариантов опыта. С листовой подкормкой в фазу 3 листьев без инокуляции уровень рентабельности повысился до 139,41 %, в фазу бутонизации – до 144,65 %, при двукратной листовой обработке – до 144,68 %.

Рентабельность на варианте с инокуляцией семян Ризоторфином составила 158,29 %, на варианте с обработкой семян РизоБаш – 184,95 %. Наибольший уровень рентабельности был на варианте с применением инокулянта РизоБаш и двукратной листовой подкормкой в фазы 3 листьев и бутонизации – 191,22 %.

Таким образом, экономически наиболее оправдан вариант с инокуляцией семян РизоБаш совместно с двукратной листовой подкормкой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные в 2020-2022 годах исследования на каштановой почве Сухостепного Заволжья по изучению различных сочетаний инокулянтов, микроудобрений и схем применения некорневых подкормок нута позволили сделать следующее заключение.

Предпосевная обработка семян инокулянтами и фолиарные обработки посевов повышали такой показатель, как сохранность растений к уборке за счет совместного взаимоусиливающего действия. Так, обработка семян способствовала более полным всходам и развитию растений в первые фазы развития, в то время как фолиарные обработки в вегетационный период позволили агроценозу нута улучшить питание по сравнению с вариантами без обработок. Совместное применение двух этих агроприемов позволило повысить сохранность растений к уборке до 96,2 %, а всхожесть до 95,3-95,4 %.

Инокуляция семян нута перед посевом в большей степени повышала высоту прикрепления нижнего боба, чем обработка посевов. Более эффективным был препарат РизоБаш. Различные схемы обработки посевов в большей степени увеличивали анализируемый показатель без применения инокулянта – на 1,0 -1,7 см. Несколько в меньшей степени увеличение этого показателя при различных схемах обработки было на фоне инокуляции семян: при использовании Ризоторфина – 0,3- 1,1 см, а при использовании РизоБаш – 0,3-1,0 см, т.е. прибавка на фоне инокулянтов практически не зависела от применяемого препарата.

Максимальное накопление сырой и сухой биомассы растений нута было зафиксировано в фазу созревания бобов. Лучшим вариантом опыта был с обработкой семян инокулянтом РизоБаш совместно с двукратной листовой подкормкой, который составил: 15,583 т/га сырой массы и 4,576 т/га сухой массы нута, что больше варианта без обработки на 9,124 т/га сырого вещества и 2,59 т/га сухой массы

Чистая продуктивность фотосинтеза нута составила 2,43 – 3,72 г/м²·сут. Лучший результат был в варианте с инокуляцией РизоБаш с двукратной листовой

подкормкой – 3,72 г/м²·сут. Инокуляция Ризоторфин показала ЧФП с результатом – 2,78 г/м²·сут., но инокуляция РизоБаш зарекомендовала себя наиболее эффективнее, где ЧПФ была – 3,26 г/м²·сут.

Таким образом, фотосинтетическая деятельность посевов нута была различной по всем годам исследований, применение инокуляции семян совместно с листовыми обработками по вегетации существенно увеличивают фотосинтетическую деятельность. Наиболее эффективный вариант – это предпосевная обработка семян нута инокулянтном РизоБаш, далее листовая подкормка в фазу 3 листьев + листовая подкормка в фазу бутонизации, т.е. двукратная листовая подкормка.

В среднем за три года исследований наилучшим оказался вариант опыта, где была проведена инокуляция семян нута биопрепаратом РизоБаш совместно с двукратной листовой подкормкой, в фазу 3 листьев + бутонизация, где на корнях одного растения нута в фазу цветения сформировалось 15,07 сухих клубеньков с общей массой 0,72 г.

Инокуляция препаратом РизоБаш оказала наибольшее влияние на массу семян нута. Масса 1000 семян составляла 217,08 – 232,37 г. Более крупные семена формировались на вариантах, где проводилась предпосевная инокуляция семян нута и листовые подкормки.

Обработка семян перед посевом и последующие обработки растений в вегетационный период являлась наиболее эффективным агроприемом при возделывании нута на зерно. При инокуляции семян, перед проведением посева, Ризоторфином и двукратной некорневой подкормкой урожайность зерна нута составила 1,57 т/га. Урожайность зерна, среди всех изучаемых вариантов опыта, была наибольшей при предпосевной обработке семян инокулянтном РизоБаш и проведении двукратной фолиарной обработки посевов – 1,73 т/га.

Инокуляция семян и листовые подкормки оказали положительное влияние на содержание белка в зерне нута. В результате инокуляции семян нута Ризоторфином содержание белка увеличивалось по сравнению с контрольным вариантом, но вариант с применением инокуляции семян Ризобаш был более

эффективен. В 2021 и 2022 гг. содержание белка в зерне нута было практически одинаковым, составляя 24,5–26,3 и 24,5–26,4 % соответственно по годам исследований.

Рентабельность на варианте с инокуляцией семян Ризоторфином в фазу бутонизации составила 158,29 %, на варианте с обработкой семян РизоБаш анализируемый показатель повысился до 184,95 %. Наибольший уровень рентабельности отмечали на варианте с применением инокулянта РизоБаш и двукратной листовой подкормкой – 191,22 %.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

В условиях сухостепного Заволжья на каштановой почве для получения урожайности нута на уровне 1,70 т/га, содержания в зерне белка не менее 26,00% при уровне рентабельности не менее 190 % рекомендуется проводить предпосевную обработку семян инокулянтом РизоБаш дозой 3 л/т совместно с прилипателем Биолипостим дозой 0,4 л/т, а также двукратную обработку посевов нута в фазу 3 листьев и в фазу бутонизации микроудобрениями Фитоспорин М,Ж АС (1л/га), Борогум-Молибденовый (0,2 л/га), Бионекс-Кеми NPK 21:4:4 + МЭ (3 л/га) совместно с прилипателем Биолипостим (0,3 л/га).

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

В перспективе будет разработан план исследований по адаптации различных сортов нута к различным неблагоприятным почвенно-климатическим условиям путем разработки сортовых технологий с целью получения стабильных урожаев зерна нута высокого качества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Абаев, А.А.** Технология возделывания нута в условиях Центрального Предкавказья / А.А. Абаев, А.А.Тедеева, В.В. Тедеева. – Текст : непосредственный // Перспективы и особенности интеграционных процессов Северной и Южной Осетии. – Владикавказ. – 2015. – С. 323 – 222.

2. **Абдуселимова, Р.В.** Влияние регуляторов роста и режимов орошения на урожайность сортов нута в условиях Терско – Сулакской подпровинции республики Дагестан / Р.В. Абдуселимова, М.Р. Мусаев, А.А. Магомедова, З.М. Мусаева. – Текст : непосредственный // Проблемы развития АПК региона. – 2022. – № 3 (51). – С. 7 – 11.

3. **Агапова, С. А.** Совершенствование технологии возделывания зернобобовых культур на юге России/ С. А. Агапова, А. Ю. Москвичев– Текст : непосредственный // Материалы XXVI регион. Конф. молодых исследователей Волгоградской области. – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2021. – 61 с.

4. **Акулов, А.С.** Влияние элементов технологии возделывания на продуктивность нута на Севере ЦЧР / А.С. Акулов, Ж.А. Беляева. – Текст : непосредственный // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2015. – № 1. – С.56 – 60.

5. **Амангалиев, Б.М.** Влияние применения способов основной обработки почвы и удобрения на урожайность нута в Алмаатинской области / Б.М. Амангалиев, Е.К. Жусупбеков, К.Ж. Байтаракова, М.Г.О. Мустафаев, Г.Т. Куньпияева. – Текст : непосредственный // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2021. – Т. 13. – № 4. – С. 5 – 16.

6. **Амелин, А.В.** Морфофизиологические основы повышения эффективности селекции гороха : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / А.В. Амелин. – Москва, 2001. – 46 с. – Текст : непосредственный

7. **Балакай, Г.Т.** Урожайность сортов сои при поливе дождеванием и системами капельного орошения в условиях Ростовской области / Г.Т. Балакай, С.А. Селецкий.

– Текст : непосредственный // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2019. – № 3 (35). – С. 80 – 97.

8. **Балакина, А.А.** Влияние различных способов обогащения растений микроэлементом селен на рост и развитие бобовых на примере нута / А.А. Балакина, К.И. Черненко, К.А. Ряскова, Я.Г. Шмарина. – Текст : непосредственный // Новая наука: От идеи к результату. – 2016. – № 12–4. – С. 26 – 31.

9. **Балашов, В.В.** Волгоградский нут : монография / В.В. Балашов, А.В. Балашов. – Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2013. – 108 с. – Текст : непосредственный.

10. **Балашов, В.В.** Нут в Нижнем Поволжье: монография / В. В. Балашов, А.В. Балашов. – Волгоград: Нива, 2009. – 190 с. – Текст : непосредственный.

11. **Балашов, В.В.** Особенности роста и развития сортов нута волгоградской селекции на каштановых почвах Волгоградской области / В.В. Балашов, А.В. Балашов, А.А. Малахова, В.А. Балашов. – Текст : непосредственный // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2021. – №1(61). – С. 36 – 45.

12. **Балашов, В.В.** Влияние минеральных удобрений, предшественника и ризоторфина на развитие симбиотического аппарата и урожайность нута / В.В. Балашов, А.В. Балашов, В.В. Кудинов. – Текст : непосредственный // Плодородие. – 2016. – Т. 93. – №6. – С.14 – 15.

13. **Безручко, Е.В.** Листовые подкормки микроэлементами / Е.В. Безручко – Текст : непосредственный // АгроСнабФорум. – 2018. – № 3(159). – С. 40 – 41.

14. **Белик, М.А.** Эффективность листовой подкормки удобрениями с микроэлементами в технологии возделывания сои / М.А. Белик, Т.А. Юрина, О.Н. Негреба, М.Е. Чаплыгин. – Текст : непосредственный // Техника и оборудование для села. – 2021. – № 4 (286). – С. 24 – 27.

15. Биологическая фиксация азота / Отв. ред. В.К. Шумный, К.К. Сидорова. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. – 270 с. – Текст : непосредственный.

16. **Битюцкий, Н.П.** Микроэлементы высших растений / Н.П. Битюцкий.

СПб., 2011. – 318 с. – Текст : непосредственный.

17. **Бородычев, В. В.** Агрехимическая оценка применения минеральных удобрений и биопрепаратов при возделывании нута в Ростовской области / В. В. Бородычев, К. И. Пимонов, Е. Н. Михайленко. – Текст : непосредственный // Плодородие. – 2018. – № 1. – С. 34–37.

18. **Буденик, А.А.** Влияние стимуляторов роста на урожайность зернобобовых культур / А.А. Буденик. – Текст : непосредственный // Вестник молодежной науки Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 1. – С. 10 – 11.

19. **Бурунов, А.Н.** Продуктивность сортов нута при применении удобрений и стимуляторов роста в Сухостепной зоне Среднего Поволжья / А.Н. Бурунов, В.Г. Васин, А.В. Васин. – Текст : непосредственный // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – № 1 (37). – С. 20 – 29.

20. **Бухориев, Т.А.** Урожайность и белковая продуктивность нута в зависимости от активности штамма ризобий в условиях Гиссарской долины / Т.А. Бухориев, М.К. Шомахмадзода. – Текст : непосредственный // Доклады Таджикской академии сельскохозяйственных наук. – 2022. – № 3 (73). – С. 17 – 21.

21. **Бякина, Т.А.** Влияние листовой подкормки на продуктивность и качество зерна нута / Т.А. Бякина. – Текст : непосредственный // Аграрные конференции. – 2021. – №3(27). – С. 1 – 6.

22. **Вавилов, Н.И.** Полевые культуры Юго-Востока / Н.И. Вавилов// Петроград, 1922. – С. 48. – Текст : непосредственный.

23. **Вавилов, П.П.** Бобовые культуры и проблема растительного белка / П. П. Вавилов, Г.С. Посыпанов. – Москва: Россельхозиздат, 1983. – 256 с. – Текст : непосредственный.

24. **Ванифатьев, А.Г.** Нут в Северном Казахстане / А.Г. Ванифатьев. Алма-Ата: Кайнар, 1981. – 51 с. – Текст : непосредственный.

25. **Васильченко, С.А.** Влияние агроприёмов возделывания на урожайность нута в южной зоне Ростовской области / С.А. Васильченко, Г.В. Метлина. – Текст : непосредственный // Зерновое хозяйство России. – 2017. –

№.51(3). – С.59 – 63.

26. **Васильченко, С.А.** Влияние технологических приемов возделывания на урожайность нута в южной зоне Ростовской области / С.А. Васильченко, Г.В. Метлина. – Текст : непосредственный // *Зерновое хозяйство России*. – 2020. – № 3 (69). – С. 32 – 37.

27. **Васильченко, С.А.** Влияние инокуляции семян штаммами ризоторфина на урожайность нута в Южной зоне Ростовской области / С.А. Васильченко, Г.В. Метлина, Ю.В. Лактионов. – Текст : непосредственный // *Зерновое хозяйство России*. – 2018. – № 4 (58). – С. 35 – 38.

28. **Васин, В.Г.** Приемы предпосевной обработки семян и посевов нута биостимуляторами роста / В.Г. Васин, О.Н. Лысак, О.В. Вершинина. – Текст : непосредственный // *Актуальные проблемы аграрной науки и пути их решения: сборник науч. трудов*. – Кинель: РИЦ СГСХА, 2015. – 324 с.

29. **Васин, В.Г.** Растениеводство / В.Г. Васин, А.В. Васин, Н.Н. Ельчанинова. – Самара: РИЦ СГСХА, 2009. – 532 с. – Текст : непосредственный.

30. **Васин, В.Г.** Урожайность и кормовые достоинства нута при возделывании в условиях Сухостепной зоны Заволжья / В.Г. Васин, А.В. Новиков, А.Н. Бурунов. – Текст : непосредственный // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2019. – № 3 – (47). – С. 18 – 24.

31. **Васин, А.В.** Теоретическое обоснование и оптимизация технологических приемов возделывания зернобобовых культур в лесостепи Среднего Поволжья : автореферат диссертации доктора сельскохозяйственных наук / А.В. Васин. – Кинель, 2014. – 43 с. – Текст : непосредственный.

32. **Вошедский, Н.Н.** Эффективность приемов возделывания нута / Н.Н. Вошедский, В.А. Кулыгин. – Текст : непосредственный // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. – 2019. – № 9–2. – С. 77 – 80.

33. **Вошедский, Н.Н.** Влияние элементов технологии возделывания на урожайность зернобобовых культур в богарных условиях Ростовской области / Н.Н. Вошедский, В.А. Кулыгин. – Текст : непосредственный // *Мелиорация и гидротехника*. – 2022. – Т. 12. – № 2. – С. 123 – 141.

34. **Гатаулина, Г. Г.** Соя и другие зернобобовые культуры: импортировать или производить? / Г. Г. Гатаулина, М. Е. Бельшклина. – Текст : непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31. – № 8. – С. 5–11.
35. **Генетика симбиотической азотфиксации с основами селекции / ред. И.А. Тихонович, Н.А. Проворов.** – Санкт-Петербург: Наука, 1998. – 194 с. – Текст : непосредственный.
36. **Германцева, Н.И.** Ресурсосберегающая технология производства нута / Н.И. Германцева, А.В. Балашов, В.И. Зотиков, М.В. Донская, Т.С. Наумкина, А.В. Глазков, В.В. Наумкин, Е.Л. Ревякин. – Москва: ФГБНУ "Росинформагротех", 2015. – 47 с. – Текст : непосредственный.
37. **Германцева, Н.И.** Селекция нута на высокую продуктивность / Н.И. Германцева. – Текст : непосредственный // Селекция и семеноводство с.-х. культур. – Пенза, 2000. – С. 81 – 82.
38. **Гиниятова, Ф.Ф.** Производство малораспространенных зернобобовых культур в Республике Башкортостан / Ф.Ф. Гиниятова, А.Ф. Зайнагабдинов, Р.Б. Нурлыгаянов. – Текст : непосредственный // Фундаментальные основы и прикладные решения актуальных проблем возделывания зернобобовых культур. Ульяновск. – 2020. – С. 260 – 265.
39. **Глянько, А.К.** Физиологические механизмы отрицательного влияния высоких доз минеральных удобрений на бобово – ризобиальный симбиоз / А.К. Глянько, Н.Б. Митанова. – Текст : непосредственный // Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія Біологія. – 2008. – Вип. 2 (14). – С. 26 – 41.
40. **Гринько, А. В.** Приемы возделывания нута в условиях обыкновенных черноземов / А. В. Гринько, Н. Н. Вошедский, В. А. Кулыгин. – Текст : непосредственный // Известия Оренбургского ГАУ. – 2019. – № 4(78). – С. 84–88.
41. **Гринько, А. В.** Влияние элементов технологии возделывания на урожайность и водопотребление нута в богарных условиях / А. В. Гринько, В. А. Кулыгин, Н. Н. Вошедский. – Текст : непосредственный // Зерновые и крупяные культуры. – 2019. – № 4. – С. 92 – 98.

42. **Гуляев, В.Р.** Производство растительного белка на полях засушливой зоны СССР / В.Р. Гуляев. – Саратов, 1946. – 91 с. – Текст : непосредственный.
43. **Гурьев, Г.П.** Влияние препаратов клубеньковых бактерий и комплексного микробного удобрения (КМУ) на симбиотическую азотфиксацию и урожай гороха / Г.П. Гурьев, А.Г. Васильчиков. – Текст : непосредственный // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2017. – № 1 (21). – С. 23 – 28.
44. **Доспехов, Б.А.** Методика полевого опыта(с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. 5-е изд., доп. и перераб. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с. – Текст : непосредственный.
45. **Ерохин, А.И.** Эффективность использования биологических препаратов в предпосевной обработке семян и вегетирующих растений зернобобовых культур / А.И. Ерохин. – Текст : непосредственный // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2015. – №1(13). – С. 29.
46. **Ерохин, А.И.** Эффективность применения препарата на основе лектинов зернобобовых культур в предпосевной обработке семян и вегетирующих растений гороха / А.И. Ерохин. – Текст : непосредственный // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2019. – № 2 (30). – С. 48 – 53.
47. **Зотиков, В.И.** Влияние применения препаратов биостим Ультрамаг Комби на урожайность новых сортов зернобобовых культур / В.И. Зотиков, В.С. Сидоренко, Г.А. Бударина, М.Т. Голопятов, А.С. Акулов, А.С. Семёнов, С.Д. Вилюнов. – Текст : непосредственный // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2019. – № 4 (32). – С. 4 – 12.
48. **Зотиков, В.И.** Производство зернобобовых и крупяных культур в России: состояние, проблемы, перспективы / В.И. Зотиков., Т.С. Наумкина, В.С. Сидоренко. – Текст : непосредственный // *Земледелие*. – 2015. – № 4. – С. 3 – 5.
49. **Зотиков, В.И.** Перспективная ресурсосберегающая технология производства гороха : Методические рекомендации / В.И. Зотиков, М.Т. Голопятов, А.С. Акулов. – Орел: ГНУ ВНИИ зернобобовых и крупяных культур, 2009. – 57с. – Текст : непосредственный.
50. **Игольникова, Л.В.** Биотехнология возделывания нута / Л.В.

Игольникова, С.А. Игольников. – Текст : непосредственный // Фермер. Поволжье. – 2018. – № 4 (68). – С. 52 – 58.

51. **Исмагилов, Р.Р.** Технология возделывания сои, вики, нута и кормовых бобов в Республике Башкортостан / Р.Р. Исмагилов, Р.Б. Нурлыгаянов, И.Р. Хадыев, Х.М. Сафин, Р.Р. Абдульвалеев, К.Р. Исмагилов, Б.Г. Ахияров, Ф.Ф. Гиниятова. – Уфа: Башкирский ГАУ, 2019. – 52 с. – Текст : непосредственный.

52. **Каматов, Н.К.** Влияние органического микроэлементного комплекса на продуктивность нута в условиях сухостепного Заволжья / Н.К. Каматов, К.Е. Денисов. – Текст : непосредственный // Аграрные конференции. – 2021. – № 5 (29). – С. 8 – 10.

53. **Карпова, Г.А.** Динамика ростовых процессов сельскохозяйственных культур при использовании регуляторов роста / Г.А. Карпова. – Текст : непосредственный // Нива Поволжья – 2017. – № 4 (45). – С. 88 – 93.

54. **Касьянов, Р. О.** Экструдированный корм в рационах сельскохозяйственных животных / Р. О. Касьянов, О. В. Смолоская, С. Н. Белова. – Текст : непосредственный // Аграрные проблемы горного Алтая и сопредельных регионов. – 2020. – С. 176–183.

55. **Кираев, Р.С.** Башкортостан: климат, почвы, культуры, сорта / Р.С. Кираев, Д.В. Амирханов, И.П. Леонтьев. – Уфа, 2015. – 125 с. – Текст : непосредственный.

56. Классификатор рода *Cicer* L. (нут) / сост. Р.Б. Демина. – Ленинград : ВНИИ растениеводства им. Н.И.Вавилова, 1980. – 16 с. – Текст : непосредственный.

57. **Константинов, П.Н.** Нут и его культура в Заволжье / П.Н. Константинович. – Покровск, 1926. – 16 с. – Текст : непосредственный.

58. **Костин, В.И.** Взаимодействие микроэлементов-синергистов в различных сельскохозяйственных растениях при обработке семян и листовой подкормке / В.И. Костин, А.В. Дозоров, В.А. Исайчев. – Текст : непосредственный // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 2 (46). – С. 71 – 78.

59. **Кошелева, С.В.** Совершенствование технологии возделывания нута в засушливых условиях Нижнего Поволжья / С.В. Кошелева, Е.В. Подгорнов. – Текст : непосредственный // Аграрные конференции. – 2021. – №5(29). – С. 10 – 18.
60. **Кретович, В. Л.** Усвоение и метаболизм азота у растений / В. Л. Кретович. – Москва: Наука, 1987. – 485 с. – Текст : непосредственный.
61. **Курилович, В.В.** Оптимизация режима азотного питания семеноводческих посевов гороха овощного / В.В. Курилович, В.М. Кухарчик, А.Р. Рыбак. – Текст : непосредственный // Образование, наука и производство. – 2014. – №2. – С. 60 – 63.
62. **Кухарчик, В.М.** Инокуляция семян кормовых бобов как прием, способствующий улучшению diaзотрофности культуры, повышению продуктивности и качества урожая / В.М. Кухарчик, Л.С. Рутковская, А.Р. Рыбак, С.Н. Шевчик. – Текст : непосредственный // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2019. – № 4 (32). – С. 81 – 86.
63. **Левшаков, Л.В.** Эффективность некорневых листовых подкормок водорастворимыми удобрениями и стимуляторами роста в агропедоценозах Центрального Черноземья / Л.В. Левшаков, М.А. Пятаков. – Текст : непосредственный // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2021. – № 4 (32). – С. 160 – 170.
64. Листовые подкормки как инструмент повышения урожайности в неблагоприятных условиях // АгроФорум. – 2020. – № 7. – С. 56 – 57. – Текст : непосредственный.
65. **Литвинцев, П.А.** Азотфиксация и продуктивность сортов гороха и сои в зависимости от источника азотного питания / П.А. Литвинцев. – Текст : непосредственный // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2007. – №9. – С. 27 – 34.
66. **Метлина, Г. В.** Урожайность нута в зависимости от водного и пищевого режимов почвы Ростовской области / Г. В. Метлина, С. А. Васильченко, Е. Д. Кривошеева. – Текст : непосредственный // Зерновое хозяйство России. – 2018. – № 3. – С. 13–17.

67. **Метлина, Г. В.** Урожайность нута в зависимости от водного и пищевого режимов почвы в Ростовской области / Г. В. Метлина, С. А. Васильченко, В. Д. Кривошеева. – Текст : непосредственный // *Зерновое хозяйство России*. – 2018. – № 3. – С. 13 – 17.
68. **Метлина, Г.В.** Влияние инокуляции препаратами на основе бактерий *mesorhizobium ciceri* на продуктивность нута в Южной зоне Ростовской области / Г.В. Метлина, С.А. Васильченко, Ю.В. Лактионов, А.П. Кожемяков. – Текст : непосредственный // *Зерновое хозяйство России*. – 2018. – № 2 (56). – С. 3 – 7.
69. **Мирошниченко, И.И.** Нут / И.И. Мирошниченко, А.М. Павлова. Москва ; Ленинград : Сельхозгиз, 1953 – 110 с. – Текст : непосредственный.
70. **Михеев, Н.В.** Особенности возделывания нута на орошаемых землях Ростовской области / Н.В. Михеев, Т.Ю. Гармашова. – Текст : непосредственный // *Вестник современных исследований*. – 2019. – № 2.7 (29). – С. 49 – 52.
71. **Мишустин, Е.Н.** Клубеньковые бактерии и инокуляционный процесс / Е.Н. Мишустин, В.К. Шильникова. Москва: Наука, 1973. – С. 143 – 155. – Текст : непосредственный.
72. **Москвичев, А. Ю.** Отзывчивость зернобобовых культур на применение бишофита и его аналога в условиях Нижней Волги на каштановых почвах Волгоградской области / А. Ю. Москвичев, С. А. Агапова– Текст : непосредственный // *Орошаемое земледелие*. – 2021. – № 4. – С. 23 – 28.
73. **Москвичев, А.Ю.** Отработка отдельных приемов в технологии возделывания зернобобовых культур в условиях Нижней Волги / А.Ю. Москвичев, С.А. Агапова. – Текст : непосредственный // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. – 2022. – № 3 (67). – С. 96 – 103.
74. **Мустанов, С.Б.** Зависимость орошения и образования клубеньковых бактерий корневой системы нута / С.Б. Мустанов, З.Б. Мустанова, А.Б. Хусанбоев. – Текст : непосредственный // *Вестник науки*. – 2022. – Т. 1. – № 3 (48). – С. 120 – 124.
75. **Неверов, А.А.** Стимуляция семян нута растворами солей серной

кислоты / А.А. Неверов. – Текст : непосредственный // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2022. – №2(66). – С. 126 – 134.

76. **Никонов, И.Н.** Влияние наноразмерного селена на рост сельскохозяйственнозначимых культур / И.Н. Никонов, Л.И. Иванов, Л.В. Коваленко, Г.Э. Фолмис // Перспективные материалы. – 2009. – №4. – С. 54 –57.

77. **Новиков, А.В.** Формирование урожая нута при применении удобрений и стимуляторов роста / А.В. Новиков, А.Н. Бурунов, В.Г. Васин. – Текст : непосредственный // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 1 (45). – С. 31 – 38.

78. **Новикова, Н.Е.** Физиологическое обоснование листовой подкормки для оптимизации питания зерновых бобовых культур в онтогенезе растений (обзор) / Н.Е. Новикова – Текст : непосредственный // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 1 (25). – С. 60 – 67.

79. **Новикова, Н.Е.** Физиологическое обоснование роли морфотипа растений в формировании урожайности сортов гороха : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Н.Е. Новикова. – Орел, 2002. – 46 с. – Текст : непосредственный.

80. **Новикова, Н.Е.** Отзывчивость гороха на удобрения и регуляторы роста / Н.Е. Новикова, С.Н. Грошелев, С.В. Бобков. – Текст : непосредственный // Земледелие. – 2014. – № 2. – С. 32 – 40.

81. **Новикова, Н.Е.** Влияние регуляторов роста и поздней некорневой подкормки удобрениями на урожайность и белковую продуктивность гороха (*Pisum sativum* L.) / Н.Е. Новикова, А.О. Косиков, С.В. Бобков, А.А. Зеленов. – Текст : непосредственный // Агрохимия. – 2017. – № 1. – С 32 – 40.

82. **Нурлыгаянов, Р.Б.** Перспективы возделывания нута в Республике Башкортостан / Р.Б. Нурлыгаянов, К.Р. Исмагилов, Ю.В. Погорелов. – Текст : непосредственный // Устойчивое развитие территорий: теория и практика: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (19 – 21 ноября 2020 г.). – Сибай: Сибайский информационный центр – филиал ГУП РБ Издательский дом

«Республика Башкортостан», 2020. – С.199 – 201.

83. **Нурлыгаянов, Р.Б.** Состояние производства зернобобовых культур в Республике Башкортостан /Р .Б. Нурлыгаянов, Ф.Ф. Гиниятова, А.Ф. Зайнагабтдинов. – Текст : непосредственный // Современное состояние, традиции и инновационные технологии в развитии АПК : Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию Башкирского государственного аграрного университета (в рамках XXX международной специализированной выставки «Агрокомплекс – 2020»), 17–20 марта 2020 г. Ч. 1. – Уфа: БГАУ, 2020. – С.268 – 273.

84. **Нурлыгаянов, Р.Б.** Совершенствование технологии возделывания нута в Зауралье / Р.Б. Нурлыгаянов, Р.А. Якупова, Ю.В. Погорелов. – Текст : непосредственный // Российский электронный научный журнал. – 2021. – № 4 (42). – С. 45 – 65.

85. **Олепир, Р.В.** Продуктивность нута в зависимости от технологических мероприятий выращивания в зоне Левобережной Лесостепи Украины / Р.В. Олепир, Е.А. Самойленко. – Текст : непосредственный // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 3. – С. 70 – 74.

86. **Оптимальные водорастворимые удобрения для листовых подкормок.** – Текст : непосредственный // АгроФорум. – 2019. – № 5. – С. 36 – 37.

87. **Павловская, Н.Е.** Влияние компонентов биопрепаратов на развитие и антиоксидантную активность зернобобовых культур / Н.Е. Павловская, Е.В. Костромичева, О.П. Боева. – Текст : непосредственный // Вестник ИрГСХА. – 2021. – № 103. – С. 21 – 31.

88. **Парамонов, А.В.** Влияние климатических условий на некоторые количественные признаки различных сортов нута / А.В. Парамонов, А.А. Козлов, Б.В. Романов, Р.А. Гуленок // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 6 (98). – С. 47 – 53.

89. **Паращенко, Н.В.** Нут: 3 эффективных агроприема на пути освоения перспективной культуры / Н.В. Паращенко. – Текст : непосредственный // АРК News. – 2018. – № 4. – С. 30 – 31.

90. **Пимонов, К.И.** Рекомендации по возделыванию нута на Дону / К.И.

Пимонов, Е.В. Агафонов, Е.И. Пугач. – пос. Персиановский: Изд-во Донского ГАУ, 2010. – 52 с. – Текст : непосредственный.

91. **Побилат, А.Е.** Особенности содержания селена в системе почва – растение (обзор) / А.Е. Побилат, И.Е. Волошин // Вестник КрасГАУ. – №11. – 2020. – С. 98 – 105.

92. **Попов, М.Г.** Род *Cicer* и его виды. К проблеме происхождения средиземноморской флоры / М. Г. Попов. – Текст : непосредственный // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции ВИР. – 1928 – 1929 гг. 1937. – Т. XXI. – № 1. – С.3 – 240.

93. **Рожанская, О.А.** Соя и нут в Сибири: культура тканей, соматклоны, мутанты / О.А. Рожанская // Новосибирск: Юпитер. – 2005. – 155 с. – Текст : непосредственный.

94. **Семененко, А.С.** Приемы возделывания нута в сухостепной зоне каштановых почв Нижнего Поволжья / А.С. Семененко. – Текст : непосредственный // Аграрный научный журнал. Естественные науки. – 2017. – №9. – С.32 – 37.

95. **Сеферова, И.В.** Анализ географического распространения разновидностей культурного нута – *Cicer arietinum* L. / И.В. Сеферова. – Текст : непосредственный // Научно-технический бюл. ВНИИ растениеводства. – 1994. – № 233. – С. 95 – 99.

96. **Сеферова, И.В.** Происхождение и эволюция рода нут – *CICER* L / И.В. Сеферова. – Текст : непосредственный // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2001. – Т. 154. С. 92 – 100.

97. **Сидорова, К.К.** Симбиотическая азотфиксация: генетические, селекционные и эколого-агрехимические аспекты / К.К. Сидорова, В.К. Шумный, В.М. Назарюк. – Новосибирск : Академическое изд-во «Гео», ИЦИГ СО РАН, 2006. – С. 109 – 117. – Текст : непосредственный.

98. **Синеговская, В.Т.** Оптимизация симбиотической и фотосинтетической деятельности посевов сои в условиях Приамурья : автореферат диссертации кандидата сельскохозяйственных наук / В.Т. Синеговская. – Благовещенск, 2001. – 43 с. – Текст : непосредственный.

99. **Солодовников, А.П.** Влияние микроудобрений на коэффициент водопотребления и урожайность нута в Саратовском Заволжье / А.П. Солодовников, А.С. Линьков, Н.П. Молчанова, С.А. Преймак, Д.В. Сураев. – Текст : непосредственный // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 5. – С. 46 – 49.

100. **Соннова, Н.И.** Элементы технологии посева нута в условиях Волгоградской области / Н. И. Соннова. – Текст : непосредственный // Научные труды ВГСХА. – Волгоград. – 2003. – С. 41–44.

101. **Спиридонов, Ю.Я.** Влияние различных приемов борьбы с сорняками на засоренность посевов нута / Ю.Я. Спиридонов, Н.И. Будынков, Н.И. Стрижков, Н.Б. Суминова, Б.З. Шагиев. – Текст : непосредственный // Агрохимия. – 2020. – № 11. – С. 21 – 27.

102. **Спиридонов, Ю.Я.** Особенности влияния химических средств защиты растений на динамику элементов питания в растениях и химический состав в условиях развития / Ю.Я. Спиридонов, И.В. Дудкин, Н.И. Стрижков, Н.Б. Суминова. – Текст : непосредственный // Аграрный научный журнал. – 2018. – № 10. – С. 37 – 40.

103. **Старцев, В. И.** Нут – культура перспективная для биологизированных технологий возделывания в Центральном округе Российской Федерации / В. И. Старцев, Е. Н. Закабунина, А. П. Глинушкин, Л. В. Старцева. – Текст : непосредственный // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. – 2020. – № 33 (38). – С. 30 – 38.

104. **Столяров, О.В.** Нут (*Cicer arietinum* L.) / О.В. Столяров, В.Л. Федотов, Н.И. Демченко. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2004. – 256 с. – Текст : непосредственный.

105. **Сулейменов, Б.У.** Эффективность применения биоудобрения в повышении продуктивности зерновых и зернобобовых культур на светло – каштановых почвах / Б.У. Сулейменов, Л.И. Колесникова. – Текст : непосредственный // Почвоведение и агрохимия. – 2020. – № 3. – С. 73 – 82.

106. **Сулейменов, Б.У.** Применение жидкого гуминового биопрепарата "биоэкогум" при возделывании зерновых и зернобобовых культур / Б.У. Сулейменов, А.Т. Сейтменбетова. – Текст : непосредственный // Почвоведение и

агрохимия. – 2022. – № 4. – С. 64 – 84.

107. **Суюндуков, Я.Т.** Нут в степном Зауралье / Я.Т. Суюндуков, С.Н. Надежкин, Г. А. Хасанов. – Уфа : Гилем, 2007. – 95 с. – Текст : непосредственный.

108. **Суюндукова, М.Б.** Фотосинтетическая деятельность и продуктивность нута культурного в Зауралье Башкортостана при внесении природного цеолита. Экологические проблемы Южного Урала и пути их решения / М.Б. Суюндукова, В.М. Уракова, Я.Т. Суюндуков, Р.Ф. Хасанова. – Сибай: Сибайская городская типография – филиал ГУП РБ Издательский дом «Республика Башкортостан», 2017. – С. 156 – 161. – Текст : непосредственный.

109. **Таспаев, Н.С.** Подбор сортов и совершенствование приемов технологии возделывания нута в Заволжье / Н.С. Таспаев, Н.И. Германцева, Т.В. Селезнева, Н.Н. Таспаев. – Текст : непосредственный // Агрофорсайт. – 2020. – № S7(31). – С. 3 – 5.

110. **Таспаев, Н.С.** Продуктивность нута в зависимости от сроков посева, норм высева и удобрений на каштановых почвах Саратовского Заволжья : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Н.С. Таспаев. – Саратов, 2018. – 24 с. – Текст : непосредственный.

111. **Тедеева, В.В.** Возделывание зернобобовой культур нут в условиях Лесостепной зоны РСО – Алания / В.В. Тедеева, А.А. Абаев, А.А. Тедеева. – Текст : непосредственный // Тенденции развития науки и образования. – 2021. – № 69 – 1. – С. 98 – 101.

112. **Тедеева, В.В.** Эффективные технологии приемов возделывания нута в предгорной зоне РСО – Алания / В.В. Тедеева. – Текст : непосредственный // Тенденции развития науки и образования. – 2020. – № 62 – 1. – С. 27 – 30.

113. **Телекало, Н.В.** Влияние инокуляции и внекорневых подкормок на урожайность сортов гороха / Н.В. Телекало. – Текст : непосредственный // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2014. – №1 (9). – С. 16 – 22.

114. **Тимохин, А.Ю.** Биоэнергетическая эффективность применения ризоторфина в посевах зернобобовых культур на Юге Западной Сибири / А.Ю.

Тимохин, В.С. Бойко. – Текст : непосредственный // Тенденции развития науки и образования. – 2020. – № 65 – 1. – С. 172 – 174.

115. **Толоконников, В. В.** Адаптивные высокобелковые сорта сои для возделывания в мелиорированных ландшафтах Южной и Центральной России / В. В. Толоконников, Т. С. Кошкарлова, Г. П. Канцер, И. В. Кожухов. – Текст : непосредственный // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – № 4 (52). – С. 120 – 125.

116. **Турина, Е.Л.** Биологические препараты в агротехнологиях выращивания зернобобовых культур / Е.Л. Турина, Р.А. Кулинич. – Текст : непосредственный // Формирование и развитие сельскохозяйственной науки в XXI веке: Сборник науч. статей. – с. Солёное Займище: ФГБНУ «ПНИИАЗ», 2016. – С. 252 – 260.

117. **Тютюма, Н.В.** Эффективность применения биопрепаратов и ростостимуляторов на нуте / Н.В. Тютюма, А.Н. Бондаренко, А.П. Солодовников. – Текст : непосредственный // Фермер. Поволжье. – 2018. – № 9 (73). – С. 50 – 53.

118. **Фартуков, С.В.** Влияние удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на продуктивность нута в степной зоне Саратовского Правобережья / С.В. Фартуков, Н.А. Шьюрова, В.Б. Нарушев. – Текст : непосредственный // Научная жизнь. – 2018. – №9. – С.101 – 109.

119. **Хамоков, Х.А.** Показатели структуры урожая и урожайность зернобобовых культур в зависимости от вносимых доз азотных удобрений и проведения инокуляции семян / Х.А. Хамоков. – Текст : непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 3 (65). – С. 35 – 37.

120. **Ханиева, И.М.** Применение регуляторов роста в технологии выращивания нута в Предгорной зоне Кабардино-Балкарии / И.М. Ханиева, З.З. Тарашева. – Текст : непосредственный // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 1. – С. 40 – 41.

121. **Хасанов, Г.А.** Некоторые вопросы технологии возделывания нута в Башкирском Зауралье / Г.А.Хасанов, Я.Т. Суяндукоев, Г.А. Мухаметдинова. – Текст

: непосредственный // Экология, экономика и человек : тезисы докладов региональной науч.-практ. конф. – Сибай, 2002. – С. 88 – 89.

122. **Хасанов, Г.А.** Технология возделывания нута в Башкирском Зауралье / Г.А.Хасанов, Г.А. Мухаметдинова. – Текст : непосредственный // Научно-исследовательская работа школьников, студентов и аспирантов : тезисы докладов межрегион. науч.-практ. конф. – Магнитогорск: Изд-во МЛ РАН, 2003. – С. 24 – 25.

123. **Хелдт, Г.В.** Биохимия растений / Г.В. Хелдт ; пер с англ. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 471 с. – Текст : непосредственный.

124. **Ходякова, Е.** Листовые подкормки растений: предназначение и эффективность методики / Е. Ходякова. – Текст : непосредственный // АгроФорум. – 2021. – № 4. – С. 16 – 19.

125. **Чевердин, А.Ю.** Эффективность бактериальных удобрений в посевах нута / А.Ю. Чевердин, Г.В. Чевердина. – Текст : непосредственный // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2021. – № 4 – 2 (55). – С. 18 – 20.

126. **Чевердин, Ю.И.** Влияние бактериальных удобрений на эффективное плодородие и накопление хлорофиллов в посевах нута / Ю.И. Чевердин, А.Ю. Чевердин, Г.В. Чевердина. – Текст : непосредственный // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2021. – №4 – 2(55). – С. 21 – 23.

127. **Шевцова, Л.П.** Приемы повышения урожайности нута в условиях сухостепного Поволжья / Л.П. Шевцова, Н.А. Шьюрова, А.И. Марухненко. – Текст : непосредственный // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. – 2017. – №12. – С. 269 – 271.

128. **Шелудько, А. Н.** Влияние соли марганца различной концентрации на ростовые процессы пшеницы / А. Н. Шелудько, Д. В. Червоненко. – Текст : непосредственный // БМИК. – 2016.

129. **Шеуджен, А.Х.** Влияние длительного применения минеральных удобрений на плодородие чернозема выщелоченного Западного Предкавказья / А.Х. Шеуджен, Л.М. Онищенко, В.В. Дроздова, И.А. Лебедевский, М.А. Осипов, С.В. Есипенко. – Текст : непосредственный // Агрехимия. – 2017. – №5. – С. 3 – 11.

130. **Энеев, М.Д.** Эффективность препаратов листовой подкормки сои на разных фонах минерального питания / М.Д. Энеев. – Текст : непосредственный // Известия Кабардино – Балкарского научного центра РАН. – 2021. – № 1 (99). – С. 64 – 69.
131. **Юрина, Т.А.** Анализ исследований по применению препаратов на основе современных биологических и нанотехнологий / Т.А. Юрина, Н.Н. Глущенко, О.А. Богословская. – Текст : непосредственный // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 11. – С.12 – 15.
132. **Юрина, Т.А.** Обзор инновационных препаратов для биологизации сельскохозяйственного производства / Т.А. Юрина, А.Е. Ткаленко. – Текст : непосредственный // АгроФорум. – 2020. – № 1. – С. 51 – 53.
133. **Brouwer, S.M.** Intact salicylic acid signalling is required for potato defence against the necrotrophic fungus *alternaria solani* / S.M Brouwer, F. Odilbekov, D.D. Burra, M Lenman, L Grenville-Briggs, E. Alexandersson, E. Liljeroth, E. Andreasson, P.E Hedley. – Text : direct // Plant molecular biology. – 2020.
134. **Gollany, H. T.** Assessing the effectiveness of agricultural conservation practices in maintaining soil organic carbon under contrasting agroecosystems and changing climate / H. T. Gollany, S. J. DelGrosso, C. J. Dell, P. R. Adler. – Text : direct // Soil Science Society of America Journal. – 2021. – 2. P. 1–18.
135. **Guo, X.** Meta-analysis of the role of zinc in coordinating absorption of mineral elements in wheat seedlings / X. Guo, X. Ma, J. Zhang. – Text : direct // Plant Methods. – 2021. – 17 (1). – P. 105.
136. **Hall, C.** Composition, nutritional value, and health bene – fits of pulses / C. Hall, C. Hillen, J. G. Robinson. – Text : direct // Cereal Chemistry. – 2017. – 94. – 1. – P. 11–31.
137. **Kostin, V.I.** Prospects of use of growth regulators of new generation and microelementssynergists in technology of cultivation of a sugar beet / V.I. Kostin, A.V. Dozorov, V.A. Isaychev, V.A. Oshkin. – Text : direct // Proceedings of International scientific and technical Conference named after Leonardo da Vinci. – Berlin, 2014. – P. 41 – 50.

138. **Kozhagaliyeva, R.Z.** Solving the problem of stabilizing the ecological state and increasing the productivity of the limans in the caspian lowland of Russia and Kazakhstan / R.Z. Kozhagaliyeva, V.B. Narushev, A.G. Subbotin, A.V. Letuchiy, A.A. Belyaeva. – Text : direct // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. – 2018. – 10. – 2. – P. 372 – 376.
139. **Li, T.T.** Combined USE of trichoderma atroviride and brassinolide to control botrytis cinerea infection in tomato / T.T. Li, J.D. Zhang, J.Q. Tang, Z.C. Liu, Y.Q. Li, J. Chen., L.W. Zou. – Text : direct // Plant disease. – 2020. – 104 (5). – P. 1298 – 1304.
140. **Manish, R.** Integrating genomics for chickpea improvement: achievements and opportunities / R. Manish, B. Chellapilla, B.D. Rutwik. – Text : direct // Theoretical and Applied Genetics. – 2020/. – 133(5). – P. 1703 – 1720.
141. **Morozova, L.** Release of feed nutrients by extrusion of legumes / L. Morozova, V. Novakovska. – Text : direct // Sciences of Europe. – 2021. – 63. – 2 (63). – P. 9 – 12.
142. **Piskov V.B.** M-dinitroaromatic moiety as a fragment of biologically active compounds / V.B. Piskov, V.P. Chernyshev, S.D. Karakotov. – Text : direct // Pharmaceutical Chemistry Journal. – 2016. – 49. – 11. – P.724 – 734.
143. **Rou, G. R.** Role of iron in plant growth and metabolism Rev/ G. R. Rou, S. Sahoo. – Text : direct // Agric. Sci. – 2015. – 10.
144. **Satbhai, S. B.** Natural allelic variation of FRO2 modulates Arabidopsis root growth under iron deficiency / S. B. Satbhai. – Text : direct // Nat Commun. – 2017. – 8. – 15603.
145. **Sautkina, M.Yu.** Influence of biological preparations based on associative on the yield of winter triticale in the conditions of the south – east Central Chernozemic Area / M.Yu. Sautkina, Yu.I. Cheverdin. – Text : direct // 6th International Conference on Agriproducts processing and Farming IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2020. – 422.
146. **Shahzad, Z.** Food for thought: how nutrients regulate root system architecture Curr. Opin / Z. Shahzad, A. Amtmann. – Text : direct //Plant Biol. – 2017. – 10. – 1016.
147. **Sorokan, A.V.** Anionic peroxidase – mediated oxidative burst requirement

for jasmonic acid dependent solanum tuberosum defence against phytophthora infestans / A.V.Sorokan, G.F, Burkhanova, I.V. Maksimov. – Text : direct // Plant pathology. – 2018. – 67 (2). – P. 349 – 357

148. **Tukenova, Z.** Influence of pesticides on the biological activity of light chestnut soils in South-East Kazakhstan / Z. Tukenova, M. Mustafayev, M. Alimzhanova, T. Akylbekova, K. Ashimuly. – Text : direct // Journal of water and land development, Polish Academy of Sciences. – 2021. – 48, (I – III). – P. 141 – 147.

149. **Vital, R. G.** Ketric oxide increases the prysiological and biochemical stability of soybean plants unde high temperature / R. G. Vital. – Text : direct // Agronomy. – 2019. – 9. – 8. – P. 0412.

150. **Zhang, B.** Magnesium Deficiency Reduced the Yield and Seed Germination in Wax Gourd by Affecting the Carbohydrate Translocation / B. Zhang, I. Cakmak, J. Feng. – Text : direct // Front Plant Sci. – 2020. – 11. – P. 797.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Запас продуктивной влаги в метровом слое при посеве, 2020 г.

25.04.20 г., при посеве		сорт Краснокутский 36			
Слой почвы, см	Скважина		Средний % влажности	Общий запас влаги, мм	Активная влага, мм
	1	2			
5	28,0	23,0	25,5	14,5	7,3
10	30,0	27,0	28,5	16,2	8,9
20	29,0	30,0	29,5	33,3	19,5
30	27,0	28,0	27,5	32,4	17,5
40	26,3	27,0	26,6	32,7	17,8
50	24,1	23,0	23,6	33,5	16,0
60	23,0	22,0	22,5	34,2	15,0
70	21,0	21,0	21,0	33,4	14,9
80	20,3	21,0	20,6	33,7	16,1
90	15,0	19,0	17,0	28,7	10,0
100	13,3	18,0	15,6	26,7	7,7
5-20					35,7
5-50					87,0
60-100					63,7
5-100					150,7

Запас продуктивной влаги в метровом слое в фазу цветения, 2020 г.

22.06.20 г., фаза цветения		сорт Краснокутский 36			
Слой почвы, см	Скважина		Средний % влажности	Общий запас влаги, мм	Активная влага, мм
	1	2			
5	10,1	14,5	12,3	7,0	-0,2
10	13,9	14,8	14,4	8,2	0,9
20	13,8	15,5	14,7	16,6	2,8
30	13,7	15,1	14,4	17,0	2,1
40	14,8	15,8	15,3	18,8	3,9
50	15,4	16,3	15,8	22,4	4,9
60	15,9	16,1	16,0	24,3	5,1
70	16,9	16,8	16,8	26,7	8,2
80	17,0	17,6	17,3	28,4	10,8
90	13,8	16,3	15,1	25,4	6,7
100	13,7	17,1	15,4	26,3	7,3
5-20					3,5
5-50					14,4
60-100					38,1
5-100					52,5

Запас продуктивной влаги в метровом слое перед уборкой, 2020 г.

23.07.20 г., перед уборкой		сорт Краснокутский 36			
Слой почвы, см	Скважина		Средний % влажности	Общий запас влаги, мм	Активная влага, мм
	1	2			
5	6,7	7,1	6,9	3,9	-3,2
10	13,2	9,2	11,2	6,4	-0,9
20	14,2	11,4	12,8	14,4	0,6
30	6,6	9,2	7,9	9,3	-5,6
40	13,0	11,6	12,3	15,1	0,2
50	13,1	12,9	13,0	18,6	1,0
60	12,4	13,0	12,7	19,3	0,1
70	10,5	12,2	11,4	18,1	-0,4
80	12,0	11,6	11,8	19,4	1,8
90	12,6	11,9	12,3	20,7	2,0
100	13,1	12,4	12,8	21,9	2,9
5-20					-3,5
5-50					-7,9
60-100					6,4
5-100					-1,5

Запас продуктивной влаги в метровом слое при посеве, 2021 г.

24.04.21 г., при посеве		сорт Краснокутский 36			
Слой почвы, см	Скважина		Средний % влажности	Общий запас влаги, мм	Активная влага, мм
	1	2			
5	21,2	24,6	22,9	13,1	5,9
10	24,9	20,9	22,9	13,1	5,8
20	25,2	24,3	24,8	28,0	14,2
30	25,1	24,3	24,7	29,1	14,2
40	23,8	22,3	23,1	28,4	13,5
50	21,3	21,3	21,3	30,2	12,7
60	22,1	20,2	21,2	32,2	13,0
70	20,9	19,0	20,0	31,8	13,3
80	18,1	13,0	15,5	25,4	7,8
90	13,0	13,1	13,1	22,0	3,3
100	13,1	13,2	13,2	22,6	3,6
5-20					25,9
5-50					66,3
60-100					41,0
5-100					107,3

Запас продуктивной влаги в метровом слое в фазу цветения, 2021 г.

18.06.21 г., фаза цветения		сорт Краснокутский 36				
Слой почвы, см	Скважина		Средний % влажности	Общий запас влаги, мм	Активная влага, мм	
	1	2				
5	22,5	21,1	21,8	12,4	5,2	
10	22,5	22,7	22,6	12,9	5,6	
20	25,0	23,4	24,2	27,3	13,5	
30	25,1	22,8	24,0	28,3	13,4	
40	21,5	19,2	20,4	25,1	10,2	
50	20,3	19,5	19,9	28,3	10,8	
60	18,4	17,5	18,0	27,4	8,2	
70	15,7	14,9	15,3	24,3	5,8	
80	14,8	13,7	14,3	23,5	5,9	
90	14,3	13,7	14,0	23,5	4,8	
100	14,5	13,9	14,2	24,3	5,3	
5-20					24,3	
5-50					58,7	
60-100					30,0	
5-100					88,7	

Запас продуктивной влаги в метровом слое перед уборкой, 2021 г.

28.07.21 г., перед уборкой		сорт Краснокутский 36			
Слой почвы, см	Скважина		Средний % влажности	Общий запас влаги, мм	Активная влага, мм
	1	2			
5	9,2	8,5	8,9	4,9	-2,3
10	11,2	11,9	11,6	6,5	-0,8
20	12,2	12,8	12,5	10,4	-3,4
30	6,5	11,8	9,2	10,8	-4,0
40	13,5	13,3	13,4	16,5	1,6
50	13,4	13,2	13,3	18,9	1,4
60	13,0	12,8	12,9	19,6	0,4
70	12,5	12,9	12,7	20,2	1,7
80	13,0	14,2	13,6	22,3	4,7
90	14,2	10,0	12,1	20,3	1,6
100	13,7	14,6	14,2	24,3	5,3
5-20					-6,5
5-50					-7,5
60-100					13,7
5-100					6,2

Запас продуктивной влаги в метровом слое при посеве, 2022 г.

30.04.22 г., при посеве		сорт Краснокутский 36			
Слой почвы, см	Скважина		Средний % влажности	Общий запас влаги, мм	Активная влага, мм
	1	2			
5	25,9	27,2	26,8	15,3	8,1
10	26,9	27,4	27,2	15,5	8,2
20	27,7	27,4	27,6	31,2	17,4
30	28,9	29,4	29,2	34,4	19,5
40	24,2	29,2	26,7	32,8	17,9
50	22,5	25,1	23,8	33,8	16,3
60	21,1	23,4	22,2	33,7	14,5
70	20,5	21,9	21,2	33,7	15,2
80	20,3	20,1	20,2	33,1	15,5
90	21,2	19,7	20,4	34,3	15,6
100	21,3	19,3	20,3	34,7	15,7
5-20					33,7
5-50					87,4
60-100					76,5
5-100					163,9

Запас продуктивной влаги в метровом слое в фазу цветения, 2022 г.

22.06.22 г., фаза цветения		сорт Краснокутский 36			
Слой почвы, см	Скважина		Средний % влажности	Общий запас влаги, мм	Активная влага, мм
	1	2			
5	9,1	11,1	10,1	5,8	-1,4
10	17,3	17,1	17,2	9,8	2,5
20	17,6	17,3	17,5	19,7	5,9
30	15,6	17,0	16,3	19,2	4,3
40	15,7	15,8	15,8	19,4	4,5
50	15,4	16,3	15,9	22,4	4,9
60	17,1	17,6	17,4	26,4	7,2
70	17,5	18,2	17,9	28,3	9,8
80	18,2	19,3	18,8	30,8	13,2
90	18,7	19,2	19,0	31,8	13,1
100	19,2	19,4	19,3	33,0	14,0
5-20					7,0
5-50					20,7
60-100					57,3
5-100					78,0

Запас продуктивной влаги в метровом слое перед уборкой, 2022 г.

16.08.22 г., перед уборкой		сорт Краснокутский 36			
Слой почвы, см	Скважина		Средний % влажности	Общий запас влаги, мм	Активная влага, мм
	1	2			
5	9,8	8,8	9,3	5,3	-1,9
10	13,7	12,1	12,9	7,4	0,1
20	15,1	13,8	14,5	16,3	2,5
30	15,4	11,0	13,2	15,6	0,7
40	14,8	15,5	15,2	18,7	3,8
50	14,9	14,1	14,5	20,6	3,1
60	14,4	13,1	13,8	21,0	1,8
70	13,7	12,6	13,2	21,0	2,5
80	13,3	13,5	13,4	22,0	4,4
90	13,4	13,0	13,2	22,2	3,5
100	13,4	13,5	13,5	22,9	3,9
5-20					0,7
5-50					8,3
60-100					16,1
5-100					25,1

Результаты дисперсионного анализа густоты всходов растений по вариантам опыта,
2020 г

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A*B) -R
(A-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 3
Число градаций фактора В = 4
Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	54.20	53.00	52.10	53.1
2	52.20	53.10	54.30	53.2
3	52.10	52.50	52.10	52.2
4	54.50	55.10	53.20	54.3
5	58.50	60.20	59.50	59.4
6	60.10	59.50	58.30	59.3
7	58.50	61.40	60.60	60.2
8	58.50	59.00	61.00	59.5
9	62.00	63.50	62.00	62.4
10	62.50	61.50	63.00	62.3
11	61.80	63.50	62.50	62.6
12	61.00	63.50	62.50	62.3

Восстановленные даты:

x= 58.411 sx= 0.561 p= 0.96%

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	НСР
Общее	570.176	35			
Блоки	4.087	2	2.044	2.164	
Варианты	545.312	11	49.574	52.494*	1.642
Фактор А	537.526	2	268.763	284.596*	0.821
Фактор В	1.012	3	0.337	0.357	
Взаим.АВ	6.774	6	1.129	1.196	
Остат.	20.776	22	0.944		

Множественные сравнения частных средних :

53.10ab 53.20ab 52.23a 54.27b
59.40de 59.30cde 60.17e 59.50e
62.50hi 62.33fghi 62.60i 62.33ghi

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: (Sa= 0.281)
53.20; 59.59; 62.44;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

53.20a 59.59b 62.44c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: (Sb= 0.324)
58.33; 58.28; 58.33; 58.70;

Результаты дисперсионного анализа густоты стояния растений
в фазу полной спелости по вариантам опыта, 2020 г.

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А*В) -R
(А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 3
Число градаций фактора В = 4
Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	40.50	39.00	41.50	40.3
2	45.00	44.80	45.50	45.1
3	44.50	45.20	45.80	45.2
4	46.50	47.50	48.00	47.3
5	50.20	53.00	53.50	52.2
6	54.50	55.50	56.00	55.3
7	56.50	55.40	57.00	56.5
8	56.00	57.00	56.00	56.3
9	57.50	58.00	58.50	58.7
10	59.00	60.00	58.20	59.1
11	60.00	59.50	58.20	59.2
12	60.30	62.00	61.00	61.1

Восстановленные даты:

$\bar{x} = 52.933$ $s_x = 0.518$ $p = 0.98\%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	1542.980	35			
Блоки	3.215	2	1.608	1.997	
Варианты	1522.059	11	138.369	171.928*	1.516
Фактор А	1391.930	2	695.965	864.759*	0.758
Фактор В	113.096	3	37.699	46.842*	0.875
Взаим.АВ	17.033	6	2.839	3.527*	1.516
Остат.	17.706	22	0.805		

Множественные сравнения частных средних :

40.33a 45.10b 45.17b 47.33c
52.23d 55.33ef 56.30fg 56.33fg
57.67ghi 59.07hi 59.23i 61.10j

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: ($S_a = 0.259$)
44.48; 55.05; 59.27;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:
44.48a 55.05b 59.27c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: ($S_b = 0.299$)
50.08; 53.17; 53.57; 54.92;

Множественные сравнения частных средних для фактора В:

50.08a 53.17b 53.57b 54.92c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо
по критерию Дункана

Результаты дисперсионного анализа густоты всходов растений по вариантам опыта,
2021 г

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A*B)-R
(A-фикс. B-фикс.)

Число градаций фактора A = 3
Число градаций фактора B = 4
Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	53.80	52.50	53.00	53.1
2	54.50	55.00	53.60	54.4
3	53.00	54.00	53.20	53.4
4	52.50	54.00	53.20	53.2
5	57.50	59.50	58.00	58.3
6	59.80	58.60	57.00	58.5
7	59.30	58.50	58.00	58.6
8	59.10	59.00	60.00	59.4
9	60.50	61.00	62.00	61.3
10	62.60	61.00	63.00	62.2
11	60.00	62.00	61.30	61.1
12	63.00	62.00	61.80	62.3

Восстановленные даты:

$\bar{x} = 57.967$ $s_x = 0.508$ $p = 0.88\%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	434.780	35			
Блоки	0.375	2	0.188	0.242	
Варианты	417.350	11	37.941	48.943*	1.488
Фактор A	408.802	2	204.401	263.671*	0.744
Фактор B	4.545	3	1.515	1.954	
Взаим. AB	4.003	6	0.667	0.861	
Остат.	17.055	22	0.775		

Множественные сравнения частных средних :

53.10a 54.37a 53.40a 53.23a
58.33bcde 58.47cde 58.60de 59.37e
61.17ghi 62.20hi 61.10fghi 62.27i

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору A: ($S_a = 0.254$)
53.52; 58.69; 61.68;

Множественные сравнения частных средних для фактора A:

53.52a 58.69b 61.68c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору B: ($S_b = 0.293$)
57.53; 58.34; 57.70; 58.29;

Результаты дисперсионного анализа густоты стояния растений
в фазу полной спелости по вариантам опыта, 2021 г.

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A*B)-R
(A-фикс. B-фикс.)

Число градаций фактора A = 3
Число градаций фактора B = 4
Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	42.50	43.00	41.80	42.4
2	44.00	44.00	45.00	44.3
3	45.00	46.20	47.00	46.1
4	47.00	48.00	46.50	47.2
5	53.00	53.00	51.00	52.3
6	52.00	53.00	52.00	52.3
7	52.50	51.80	53.50	52.6
8	53.20	54.30	54.80	54.1
9	55.00	56.00	54.50	55.2
10	55.50	55.80	54.60	55.3
11	55.50	56.00	57.80	56.4
12	57.00	59.30	59.00	58.4

Восстановленные даты:

x= 51.392 sx= 0.490 p= 0.95%

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	892.847	35			
Блоки	2.882	2	1.441	1.999	
Варианты	874.112	11	79.465	110.269*	1.435
Фактор A	808.477	2	404.238	560.940*	0.717
Фактор B	54.230	3	18.077	25.084*	0.828
Взаим. AB	11.405	6	1.901	2.638*	1.435
Остат.	15.854	22	0.721		

Множественные сравнения частных средних :

42.43a 44.33b 46.07c 47.17c
52.33de 52.33e 52.60e 54.10fgh
55.17ghi 55.30hi 56.43i 58.43j

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору A: (Sa= 0.245)
45.00; 52.84; 56.33;

Множественные сравнения частных средних для фактора A:
45.00a 52.84b 56.33c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору B: (Sb= 0.283)
49.98; 50.66; 51.70; 53.23;

Множественные сравнения частных средних для фактора B:
49.98a 50.66a 51.70b 53.23c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
различаются незначимо по критерию Дункана

Результаты дисперсионного анализа густоты всходов растений по вариантам опыта,
2022 г

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A*B)-R
(A-фикс. B-фикс.)

Число градаций фактора A = 3
Число градаций фактора B = 4
Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	53.50	56.00	56.00	55.2
2	56.00	54.30	55.00	55.1
3	57.00	55.00	57.00	56.3
4	55.00	56.00	55.50	56.2
5	59.30	61.00	61.00	60.4
6	61.00	59.50	60.50	60.3
7	61.00	60.00	59.60	60.2
8	60.50	60.00	58.00	59.5
9	60.00	61.00	61.00	61.3
10	61.00	60.50	62.00	61.2
11	62.50	61.20	60.00	61.2
12	62.50	61.50	63.20	62.4

Восстановленные даты:

x= 58.947 sx= 0.590 p= 1.00%

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	264.170	35			
Блоки	0.494	2	0.247	0.236	
Варианты	240.671	11	21.879	20.923*	1.728
Фактор A	229.388	2	114.694	109.682*	0.864
Фактор B	1.812	3	0.604	0.577	
Взаим. AB	9.471	6	1.579	1.510	
Остат.	23.005	22	1.046		

Множественные сравнения частных средних :

55.17a 55.10a 56.33a 55.17a
60.43e 60.33de 60.20cde 59.50bcde
60.33e 61.17ef 61.23ef 62.40f

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору A: (Sa= 0.295)
55.44; 60.12; 61.28;

Множественные сравнения частных средних для фактора A:

55.44a 60.12b 61.28c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору B: (Sb= 0.341)
58.64; 58.87; 59.26; 59.02;

Результаты дисперсионного анализа густоты стояния растений
в фазу полной спелости по вариантам опыта, 2022 г.

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А*В) -R
(А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 3

Число градаций фактора В = 4

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	44.60	43.50	44.50	44.2
2	46.50	47.60	48.50	47.5
3	48.10	47.50	49.00	48.2
4	50.50	49.50	48.20	49.4
5	52.00	54.00	53.30	53.1
6	55.00	53.00	54.50	54.2
7	55.00	54.50	56.60	55.4
8	55.30	56.80	56.50	56.2
9	57.00	57.50	57.50	57.3
10	58.00	58.50	59.00	58.5
11	59.00	59.00	60.00	59.3
12	61.00	59.50	60.00	60.2

Восстановленные даты:

$\bar{x} = 53.625$ $s_x = 0.474$ $p = 0.88\%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	905.988	35			
Блоки	2.152	2	1.076	1.599	
Варианты	889.034	11	80.821	120.122*	1.386
Фактор А	814.609	2	407.305	605.366*	0.693
Фактор В	67.422	3	22.474	33.402*	0.800
Взаим. АВ	7.003	6	1.167	1.735	
Остат.	14.802	22	0.673		

Множественные сравнения частных средних :

44.20a 47.53b 48.20bc 49.40c
53.10de 54.17ef 55.37fg 56.20gh
57.33hi 58.50ij 59.33jk 60.17k

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: ($S_a = 0.237$)
47.33; 54.71; 58.83;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:
47.33a 54.71b 58.83c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: ($S_b = 0.273$)
51.54; 53.40; 54.30; 55.26;

Множественные сравнения частных средних для фактора В:
51.54a 53.40b 54.30c 55.26d

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
различаются незначимо по критерию Дункана

Результаты дисперсионного анализа густоты всходов растений по вариантам опыта,
2020 - 2022 гг.

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А*В)-R
(А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 3

Число градаций фактора В = 4

Число блоков R = 9

Таблица исходных данных

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Средняя
1	54.20	53.00	52.10	53.80	52.50	53.00	53.50	56.00	56.00	53.8
2	52.20	53.10	54.30	54.50	55.00	53.60	56.00	54.30	55.00	54.6
3	52.10	52.50	52.10	53.00	54.00	53.20	57.00	55.00	57.00	54.0
4	54.50	55.10	53.20	52.50	54.00	53.20	55.00	56.00	54.50	54.6
5	58.50	60.20	59.50	57.50	59.50	58.00	59.30	61.00	61.00	59.4
6	60.10	59.50	58.30	59.80	58.60	57.00	61.00	59.50	60.50	59.4
7	58.50	61.40	60.60	59.30	58.50	58.00	61.00	60.00	59.60	59.7
8	58.50	59.00	61.00	59.10	59.00	60.00	60.50	60.00	58.00	59.5
9	62.00	63.50	62.00	60.50	61.00	62.00	60.00	61.00	60.00	61.7
10	62.50	61.50	63.00	62.60	61.00	63.00	61.00	60.50	62.00	62.2
11	61.80	63.50	62.50	60.00	62.00	61.30	62.50	61.20	60.00	62.0
12	61.00	63.50	62.50	63.00	62.00	61.80	62.50	61.50	63.20	62.3

Восстановленные даты:

x= 58.442 sx= 0.390 p= 0.67%

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	1286.482	107			
Блоки	22.313	8	2.789	2.035	
Варианты	1143.554	11	103.959	75.849*	1.095
Фактор А	1137.052	2	568.526	414.795*	0.547
Фактор В	3.459	3	1.153	0.841	
Взаим.АВ	3.043	6	0.507	0.370	
Остат.	120.615	88	1.371		

Множественные сравнения частных средних :

53.79a 54.22a 53.99a 54.22a
59.39cde 59.37bcde 59.66e 59.46de
61.33fghi 61.90hi 61.64ghi 62.33i

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: (Sa= 0.195)

54.06; 59.47; 61.80;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

54.06a 59.47b 61.80c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: (Sb= 0.225)

58.17; 58.50; 58.43; 58.67;

Результаты дисперсионного анализа густоты стояния растений
в фазу полной спелости по вариантам опыта, 2020 -2022 гг.

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А*В) -R
(А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 3
Число градаций фактора В = 4
Число блоков R = 9

Таблица исходных данных

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Средняя
1	40.50	39.00	41.50	42.50	43.00	41.80	44.00	44.60	44.50	42.3
2	45.00	44.80	45.50	44.00	44.00	45.00	46.50	47.60	48.50	45.6
3	44.50	45.20	45.80	45.00	46.20	47.00	48.10	47.50	49.00	46.5
4	46.50	47.50	48.00	47.00	48.00	46.50	50.50	49.50	48.20	48.0
5	50.20	53.00	53.50	53.00	53.00	51.00	52.00	54.00	53.30	52.5
6	54.50	55.50	56.00	52.00	53.00	52.00	55.00	53.00	54.50	53.9
7	56.50	55.40	57.00	52.50	51.80	53.50	55.00	54.50	56.60	54.8
8	56.00	57.00	56.00	53.20	54.30	54.80	55.30	56.80	56.50	55.5
9	57.50	57.00	58.50	55.00	56.00	54.50	57.00	57.50	57.50	57.1
10	59.00	60.00	58.20	55.50	55.80	54.60	58.00	58.50	59.00	57.6
11	60.00	59.50	58.20	55.50	56.00	57.80	59.00	59.00	60.00	58.3
12	60.30	62.00	61.00	57.00	59.30	59.00	61.00	59.50	60.00	59.9

Восстановленные даты:

x= 52.655 sx= 0.401 p= 0.76%

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	3427.027	107			
Блоки	103.140	8	12.893	8.888*	
Варианты	3196.237	11	290.567	200.314*	1.126
Фактор А	2952.771	2	1476.385	1017.803*	0.563
Фактор В	217.771	3	72.590	50.043*	0.650
Взаим.АВ	25.696	6	4.283	2.952*	1.126
Остат.	127.649	88	1.451		

Множественные сравнения частных средних :

42.38a 45.66b 46.48b 47.97c
52.56d 53.94ef 54.76fg 55.54g
56.72hi 57.62ij 58.33j 59.90k

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: (Sa= 0.201)
45.62; 54.20; 58.14;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:
45.62a 54.20b 58.14c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: (Sb= 0.232)
50.55; 52.41; 53.19; 54.47;

Множественные сравнения частных средних для фактора В:
50.55a 52.41b 53.19c 54.47d

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо
по критерию Дункана

Результаты дисперсионного количества зерен на одно растение по вариантам
опыта, 2020 г.

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А*В) -R
(А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 3
Число градаций фактора В = 4
Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	13.20	13.50	12.50	13.10
2	13.70	13.60	13.40	13.50
3	13.70	13.80	13.70	13.70
4	13.90	13.60	13.80	13.80
5	13.90	13.80	13.90	13.90
6	14.90	14.80	15.00	14.90
7	15.00	15.00	15.10	15.00
8	15.50	15.40	15.50	15.50
9	15.70	15.70	15.60	15.70
10	15.90	16.00	16.00	15.90
11	15.90	16.00	16.10	16.00
12	16.50	16.20	16.20	16.30

Восстановленные даты:

x= 14.806 sx= 0.066 p= 0.44%

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	38.899	35			
Блоки	0.009	2	0.004	0.341	
Варианты	38.604	11	3.509	269.525*	0.193
Фактор А	33.607	2	16.804	1290.527*	0.096
Фактор В	3.569	3	1.190	91.358*	0.111
Взаим. АВ	1.428	6	0.238	18.274*	0.193
Остат.	0.286	22	0.013		

Множественные сравнения частных средних :

13.40a 13.57ab 13.73bc 13.77bc
13.87c 14.90de 15.03e 15.47f
15.67g 15.97hi 16.00i 16.30j

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: (Sa= 0.033)

13.62; 14.82; 15.98;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

13.62a 14.82b 15.98c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: (Sb= 0.038)

14.31; 14.81; 14.92; 15.18;

Множественные сравнения частных средних для фактора В:

14.31a 14.81b 14.92b 15.18c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
различаются незначимо по критерию Дункана

Результаты дисперсионного анализа массы зерна с одного растения
по вариантам опыта, 2020 г.

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А*В)-R
(А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 3

Число градаций фактора В = 4

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	2.60	2.70	2.40	2.60
2	2.80	2.70	2.70	2.70
3	2.80	2.70	2.80	2.80
4	2.80	2.90	2.80	2.80
5	2.90	2.60	2.80	2.80
6	2.90	2.90	2.80	2.90
7	2.90	2.90	2.80	2.90
8	2.90	2.90	3.10	3.00
9	3.10	3.10	3.20	3.10
10	3.20	3.30	3.20	3.20
11	3.50	3.60	3.50	3.50
12	3.60	3.70	3.60	3.60

Восстановленные даты:

$\bar{x} = 2.992$ $s_x = 0.051$ $p = 1.72\%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	3.748	35			
Блоки	0.005	2	0.003	0.314	
Варианты	3.568	11	0.324	40.797*	0.151
Фактор А	2.882	2	1.441	181.245*	0.075
Фактор В	0.525	3	0.175	22.031*	0.087
Взаим. АВ	0.160	6	0.027	3.364*	0.151
Остат.	0.175	22	0.008		

Множественные сравнения частных средних :

2.57a 2.73b 2.77b 2.83bc
2.77b 2.87bc 2.87bc 2.97c
3.13de 3.23e 3.53fg 3.63g

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: ($S_a = 0.026$)

2.73; 2.87; 3.38;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

2.73a 2.87b 3.38c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: ($S_b = 0.030$)

2.82; 2.94; 3.06; 3.14;

Множественные сравнения частных средних для фактора В:

2.82a 2.94b 3.06c 3.14d

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
различаются незначимо по критерию Дункана

Результаты дисперсионного анализа массы 1000 зерен по вариантам опыта, 2020 г.

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А*В) -R
(А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 3

Число градаций фактора В = 4

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	215.00	216.00	215.00	215.33
2	217.00	218.00	218.00	217.67
3	220.00	219.00	219.00	219.33
4	219.00	218.00	220.00	219.00
5	220.00	219.00	221.00	220.00
6	220.00	221.00	221.00	220.67
7	220.00	222.00	220.00	220.67
8	222.00	223.00	222.00	222.33
9	225.00	223.00	223.00	223.67
10	226.00	226.00	223.00	225.00
11	226.00	227.00	226.00	226.33
12	227.00	227.00	226.00	226.67

Восстановленные даты:

$\bar{x} = 221.389$ $s_x = 0.537$ $p = 0.24\%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	424.556	35			
Блоки	1.056	2	0.528	0.611	
Варианты	404.500	11	36.773	42.579*	1.571
Фактор А	349.000	2	174.500	202.053*	0.785
Фактор В	46.722	3	15.574	18.033*	0.907
Взаим. АВ	8.778	6	1.463	1.694	
Остат.	19.000	22	0.864		

Множественные сравнения частных средних :

215.33a 217.67b 219.33c 219.00bc
220.00c 220.67c 220.67c 222.33de
223.67ef 225.00fg 226.33gh 226.67h

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: ($S_a = 0.268$)
217.83; 220.92; 225.42;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

217.83a 220.92b 225.42c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: ($S_b = 0.310$)
219.67; 221.11; 222.11; 222.67;

Множественные сравнения частных средних для фактора В:

219.67a 221.11b 222.11c 222.67c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Результаты дисперсионного количества зерен на одно растение по вариантам
опыта, 2021 г.

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А*В) -R
(А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 3

Число градаций фактора В = 4

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	9.50	9.80	9.80	9.70
2	10.40	10.40	10.10	10.30
3	11.60	11.50	11.30	11.50
4	11.50	11.60	11.50	11.60
5	11.50	11.70	11.90	11.70
6	12.50	12.80	12.40	12.60
7	13.10	13.40	13.40	13.30
8	13.40	13.40	13.50	13.40
9	13.90	14.00	13.60	13.80
10	13.90	14.60	14.30	14.30
11	14.70	14.70	14.90	14.80
12	15.60	15.80	15.20	15.50

Восстановленные даты:

x= 12.700 sx= 0.106 p= 0.83%

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	107.740	35			
Блоки	0.215	2	0.108	3.207	
Варианты	106.787	11	9.708	289.605*	0.309
Фактор А	88.980	2	44.490	1327.222*	0.155
Фактор В	16.967	3	5.656	168.721*	0.179
Взаим.АВ	0.840	6	0.140	4.175*	0.309
Остат.	0.737	22	0.034		

Множественные сравнения частных средних :

9.70a 10.30b 11.47c 11.53c
11.70c 12.57d 13.30ef 13.43f
13.83g 14.27h 14.77i 15.53j

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: (Sa= 0.053)
10.75; 12.75; 14.60;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

10.75a 12.75b 14.60c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: (Sb= 0.061)
11.74; 12.38; 13.18; 13.50;

Множественные сравнения частных средних для фактора В:

11.74a 12.38b 13.18c 13.50d

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
различаются незначимо по критерию Дункана

Результаты дисперсионного анализа массы зерна с одного растения по вариантам опыта, 2021 г.

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А*В) -R
(А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 3
Число градаций фактора В = 4
Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	2.10	2.20	2.10	2.10
2	2.30	2.30	2.20	2.30
3	2.40	2.50	2.30	2.40
4	2.50	2.50	2.40	2.50
5	2.60	2.80	2.80	2.70
6	2.80	2.70	2.70	2.80
7	2.80	3.00	2.90	2.90
8	3.00	3.00	2.90	3.00
9	3.10	3.20	3.20	3.20
10	3.40	3.30	3.40	3.40
11	3.60	3.60	3.50	3.60
12	3.90	3.90	3.80	3.90

Восстановленные даты:

$\bar{x} = 2.881$ $s_x = 0.039$ $p = 1.35\%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	9.576	35			
Блоки	0.027	2	0.014	3.012	
Варианты	9.450	11	0.859	190.085*	0.114
Фактор А	8.324	2	4.162	920.908*	0.057
Фактор В	0.930	3	0.310	68.572*	0.066
Взаим. АВ	0.196	6	0.033	7.233*	0.114
Остат.	0.099	22	0.005		

Множественные сравнения частных средних :

2.13a 2.27b 2.40c 2.47c
2.73de 2.73e 2.90fg 2.97g
3.17h 3.37i 3.57j 3.87k

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: ($S_a = 0.019$)
2.32; 2.83; 3.49;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:
2.32a 2.83b 3.49c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: ($S_b = 0.022$)
2.68; 2.79; 2.96; 3.10;

Множественные сравнения частных средних для фактора В:
2.68a 2.79b 2.96c 3.10d

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Результаты дисперсионного анализа массы 1000 зерен по вариантам опыта, 2021 г.

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А*В) -R
(А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 3

Число градаций фактора В = 4

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	216.00	216.00	215.00	215.67
2	217.00	216.00	216.00	216.33
3	217.00	218.00	218.00	217.67
4	222.00	222.00	220.00	221.63
5	224.00	225.00	225.00	224.67
6	226.00	225.00	226.00	225.67
7	226.00	225.00	227.00	226.00
8	229.00	229.00	228.00	228.67
9	228.00	228.00	230.00	228.67
10	230.00	230.00	231.00	230.33
11	231.00	231.00	233.00	231.67
12	234.00	235.00	234.00	234.33

Восстановленные даты:

x= 225.083 sx= 0.475 p= 0.21%

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	1268.750	35			
Блоки	0.500	2	0.250	0.369	
Варианты	1253.333	11	113.939	168.044*	1.392
Фактор А	1118.083	2	559.042	824.504*	0.696
Фактор В	130.083	3	43.361	63.951*	0.804
Взаим.АВ	5.167	6	0.861	1.270	
Остат.	14.917	22	0.678		

Множественные сравнения частных средних :

215.67a 216.33ab 217.67b 221.33c
224.67de 225.67e 226.00e 228.67fg
228.67g 230.33hi 231.67i 234.33j

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: (Sa= 0.238)
217.75; 226.25; 231.25;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

217.75a 226.25b 231.25c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: (Sb= 0.274)
223.00; 224.11; 225.11; 228.11;

Множественные сравнения частных средних для фактора В:

223.00a 224.11b 225.11c 228.11d

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Результаты дисперсионного количества зерен на одно растение по вариантам
опыта, 2022 г.

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А*В)-R
(А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 3
Число градаций фактора В = 4
Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	12.80	13.20	13.30	13.10
2	14.00	14.00	14.20	14.10
3	14.10	14.30	13.90	14.10
4	14.40	14.60	13.90	14.30
5	15.30	15.20	14.90	15.10
6	15.50	15.60	15.60	15.40
7	15.90	15.90	16.00	15.90
8	16.30	16.40	16.20	16.30
9	16.70	16.80	16.50	16.70
10	16.90	17.00	17.00	16.90
11	17.30	17.00	17.00	17.10
12	17.80	17.60	17.50	17.60

Восстановленные даты:

$\bar{x} = 15.572$ $s_x = 0.101$ $p = 0.65\%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	69.012	35			
Блоки	0.109	2	0.054	1.775	
Варианты	68.229	11	6.203	202.218*	0.296
Фактор А	61.910	2	30.955	1009.191*	0.148
Фактор В	5.790	3	1.930	62.926*	0.171
Взаим.АВ	0.529	6	0.088	2.873*	0.296
Остат.	0.675	22	0.031		

Множественные сравнения частных средних :

13.10a 14.07b 14.10b 14.30b
15.13c 15.57d 15.93e 16.30f
16.67g 16.97hi 17.10i 17.63j

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: ($S_a = 0.051$)

13.89; 15.73; 17.09;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

13.89a 15.73b 17.09c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: ($S_b = 0.058$)

14.97; 15.53; 15.71; 16.08;

Множественные сравнения частных средних для фактора В:

14.97a 15.53b 15.71c 16.08d

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
различаются незначимо по критерию Дункана

Результаты дисперсионного анализа массы зерна с одного растения по вариантам опыта, 2022 г.

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А*В) -R
(А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 3

Число градаций фактора В = 4

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	3.10	3.00	3.10	3.10
2	3.20	3.20	3.10	3.20
3	3.40	3.50	3.40	3.50
4	3.70	3.60	3.70	3.70
5	3.80	3.80	3.90	3.90
6	4.00	4.10	3.90	4.00
7	4.00	4.10	4.10	4.10
8	4.30	4.20	4.30	4.30
9	4.20	4.10	4.20	4.20
10	4.20	4.30	4.30	4.30
11	4.50	4.50	4.40	4.50
12	4.80	4.50	4.70	4.70

Восстановленные даты:

$\bar{x} = 3.922$ $s_x = 0.044$ $p = 1.13\%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	8.502	35			
Блоки	0.004	2	0.002	0.331	
Варианты	8.369	11	0.761	129.355*	0.130
Фактор А	6.977	2	3.489	593.145*	0.065
Фактор В	1.336	3	0.445	75.692*	0.075
Взаим. АВ	0.056	6	0.009	1.590	
Остат.	0.129	22	0.006		

Множественные сравнения частных средних :

3.07a 3.17a 3.43b 3.67c
3.83d 4.00ef 4.07fg 4.27h
4.17gh 4.27h 4.47i 4.67j

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: ($S_a = 0.022$)

3.33; 4.04; 4.39;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

3.33a 4.04b 4.39c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: ($S_b = 0.026$)

3.69; 3.81; 3.99; 4.20;

Множественные сравнения частных средних для фактора В:

3.69a 3.81b 3.99c 4.20d

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Результаты дисперсионного анализа массы 1000 зерен по вариантам опыта, 2022 г.

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А*В) -R

(А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 3

Число градаций фактора В = 4

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	220.00	219.00	221.00	220.00
2	223.00	221.00	222.00	222.00
3	224.00	223.00	225.00	224.00
4	226.00	224.00	225.00	225.00
5	227.00	227.00	226.00	226.67
6	228.00	229.00	227.00	228.00
7	227.00	228.00	228.00	227.67
8	230.00	231.00	230.00	230.33
9	231.00	232.00	232.00	231.47
10	233.00	234.00	233.00	233.33
11	235.00	234.00	234.00	234.33
12	237.00	236.00	235.00	236.00

Восстановленные даты:

$x = 228.333$ $sx = 0.490$ $p = 0.21\%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	888.000	35			
Блоки	0.167	2	0.083	0.116	
Варианты	872.000	11	79.273	110.147*	1.434
Фактор А	771.167	2	385.583	535.758*	0.717
Фактор В	91.333	3	30.444	42.302*	0.828
Взаим. АВ	9.500	6	1.583	2.200	
Остат.	15.833	22	0.720		

Множественные сравнения частных средних :

220.00a 222.00b 224.00c 225.00c
226.67de 228.00e 227.67e 230.33fg
231.67g 233.33h 235.33ij 236.00j

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: ($S_a = 0.245$)
222.75; 228.17; 234.08;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

222.75a 228.17b 234.08c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: ($S_b = 0.283$)
226.11; 227.78; 229.00; 230.44;

Множественные сравнения частных средних для фактора В:

226.11a 227.78b 229.00c 230.44d

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Результаты дисперсионного количества зерен на одно растение по вариантам опыта, 2020–2022 гг.

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А*В)–R
(А–фикс. В–фикс.)

Число градаций фактора А = 3

Число градаций фактора В = 4

Число блоков R = 9

Таблица исходных данных

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Средняя
1	13.20	13.50	12.50	9.50	9.80	9.80	12.80	13.20	13.20	11.97
2	13.70	13.60	13.40	10.40	10.40	10.10	14.00	14.00	14.20	12.63
3	13.70	13.80	13.70	11.60	11.50	11.30	14.10	14.30	13.90	13.10
4	13.90	13.60	13.80	11.50	11.60	11.50	14.40	14.60	13.90	13.23
5	13.90	13.80	13.90	11.50	11.70	11.90	15.30	15.20	14.90	13.57
6	14.90	14.80	15.00	12.50	12.80	12.40	15.50	15.60	15.60	14.30
7	15.00	15.00	15.10	13.10	13.40	13.40	15.90	15.90	16.00	14.73
8	15.50	15.40	15.50	13.40	13.40	13.50	16.30	16.40	16.20	15.05
9	15.70	15.70	15.60	13.90	14.00	13.60	16.70	16.80	16.50	15.40
10	15.90	16.00	16.00	13.90	14.60	14.30	16.90	17.00	17.00	15.70
11	15.90	16.00	16.10	14.70	14.70	14.90	17.30	17.00	17.00	15.95
12	16.50	16.20	16.20	15.60	15.80	15.20	17.80	17.60	17.50	16.47

Восстановленные даты:

$\bar{x} = 14.349$ $s_x = 0.124$ $p = 0.86\%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	377.830	107			
Блоки	158.512	8	19.814	143.502*	
Варианты	207.167	11	18.833	136.399*	0.348
Фактор А	181.197	2	90.598	656.153*	0.174
Фактор В	24.653	3	8.218	59.515*	0.201
Взаим. АВ	1.318	6	0.220	1.590	
Остат.	12.151	88	0.138		

Множественные сравнения частных средних :

11.94a 12.64b 13.10c 13.20c
13.57d 14.34e 14.76fg 15.07gh
15.39hi 15.73ij 15.96j 16.49k

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: ($S_a = 0.062$)

12.72; 14.43; 15.89;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

12.72a 14.43b 15.89c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: ($S_b = 0.072$)

13.63; 14.24; 14.60; 14.92;

Множественные сравнения частных средних для фактора В:

13.63a 14.24b 14.60c 14.92d

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Результаты дисперсионного анализа массы зерна с одного растения по вариантам опыта, 2020–2022 гг.

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А*В)–R
(А–фикс. В–фикс.)

Число градаций фактора А = 3

Число градаций фактора В = 4

Число блоков R = 9

Таблица исходных данных

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Средняя
1	2.60	2.70	2.40	2.20	2.10	2.10	3.10	3.00	3.10	2.54
2	2.80	2.70	2.70	2.30	2.30	2.20	3.20	3.20	3.10	2.68
3	2.80	2.70	2.80	2.40	2.50	2.30	3.40	3.50	3.40	2.84
4	2.80	2.90	2.80	2.50	2.50	2.40	3.70	3.60	3.70	2.92
5	2.90	2.60	2.80	2.60	2.80	2.80	3.80	3.80	3.90	3.05
6	2.90	2.90	2.80	2.80	2.70	2.70	3.90	4.00	4.10	3.16
7	2.90	2.90	2.80	2.80	3.00	2.90	4.00	4.10	4.10	3.22
8	2.90	2.90	3.10	3.00	3.00	2.90	4.30	4.20	4.30	3.34
9	3.10	3.10	3.20	3.10	3.20	3.20	4.20	4.10	4.20	3.44
10	3.20	3.30	3.20	3.40	3.30	3.40	4.20	4.30	4.30	3.57
11	3.50	3.60	3.50	3.60	3.60	3.50	4.50	4.50	4.40	3.82
12	3.60	3.70	3.60	3.90	3.90	3.80	4.80	4.50	4.70	4.02

Восстановленные даты:

$\bar{x} = 3.265$ $s_x = 0.052$ $p = 1.59\%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	45.386	107			
Блоки	23.596	8	2.950	121.870*	
Варианты	19.660	11	1.787	73.848*	0.146
Фактор А	16.740	2	8.370	345.843*	0.073
Фактор В	2.682	3	0.894	36.937*	0.084
Взаим. АВ	0.238	6	0.040	1.639	
Остат.	2.130	88	0.024		

Множественные сравнения частных средних :

2.59a 2.72ab 2.87bc 2.99cd
3.11de 3.20ef 3.28fg 3.40gh
3.49hi 3.62i 3.86j 4.06k

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: ($S_a = 0.026$)

2.79; 3.25; 3.76;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

2.79a 3.25b 3.76c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: ($S_b = 0.030$)

3.06; 3.18; 3.33; 3.48;

Множественные сравнения частных средних для фактора В:

3.06a 3.18b 3.33c 3.48d

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Результаты дисперсионного анализа массы 1000 зерен по вариантам опыта, 2020-2022 гг.

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А*В)-R
(А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 3
Число градаций фактора В = 4
Число блоков R = 9

Таблица исходных данных

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Средняя
1	215.00	216.00	215.00	216.00	216.00	215.00	220.00	219.00	221.00	217.08
2	217.00	218.00	218.00	217.00	216.00	216.00	223.00	221.00	222.00	218.75
3	220.00	219.00	219.00	217.00	218.00	218.00	224.00	223.00	225.00	220.40
4	219.00	218.00	220.00	222.00	222.00	220.00	226.00	224.00	225.00	221.01
5	220.00	219.00	221.00	224.00	225.00	225.00	227.00	227.00	226.00	223.99
6	220.00	221.00	221.00	226.00	225.00	226.00	228.00	229.00	227.00	224.99
7	220.00	222.00	220.00	226.00	225.00	227.00	227.00	228.00	228.00	225.16
8	222.00	223.00	222.00	229.00	229.00	228.00	230.00	231.00	230.00	226.94
9	225.00	223.00	223.00	228.00	228.00	230.00	231.00	232.00	232.00	228.06
10	226.00	226.00	223.00	230.00	230.00	231.00	233.00	234.00	233.00	229.28
11	226.00	227.00	226.00	231.00	231.00	233.00	235.00	235.00	236.00	230.62
12	227.00	227.00	226.00	234.00	235.00	234.00	237.00	236.00	235.00	232.37

Восстановленные даты:

x= 224.935 sx= 0.517 p= 0.23%

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	3450.543	107			
Блоки	870.963	8	108.870	45.298*	
Варианты	2368.080	11	215.280	89.573*	1.450
Фактор А	2103.278	2	1051.639	437.561*	0.725
Фактор В	248.611	3	82.870	34.480*	0.837
Взаим.АВ	16.191	6	2.699	1.123	
Остат.	211.500	88	2.403		

Множественные сравнения частных средних :

217.00a 218.67b 220.33c 221.78c
223.78de 224.78e 224.78e 227.11fg
228.00g 229.56h 231.11ij 232.33j

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: (Sa= 0.258)
219.44; 225.11; 230.25;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:
219.44a 225.11b 230.25c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: (Sb= 0.298)
222.93; 224.33; 225.41; 227.07;

Множественные сравнения частных средних для фактора В:
222.93a 224.33b 225.41c 227.07d

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Урожайность нута в зависимости от листовой подкормки и инокуляции семян нута, 2020 г.

Вариант опыта		Урожайность, т/га	Разница с контролем	
Фактор А	Фактор В		т/га	%
Без инокуляции (К1)	Без обработки (К2)	1,14	-	-
	В фазу 3 листьев	1,22	0,08	7,02
	В фазу бутонизации	1,24	0,10	8,77
	Двукратная обработка	1,27	0,13	11,40
Ризоторфин	Без обработки (К2)	1,30	0,16	14,04
	В фазу 3 листьев	1,32	0,18	15,79
	В фазу бутонизации	1,35	0,21	18,42
	Двукратная обработка	1,39	0,25	21,93
РизоБаш	Без обработки (К2)	1,41	0,27	23,68
	В фазу 3 листьев	1,44	0,30	26,32
	В фазу бутонизации	1,47	0,33	28,95
	Двукратная обработка	1,51	0,37	32,46

Среднее по фактору А
Среднее по фактору В
НСР05 для част. средних
НСР05 по фактору А
НСР05 по фактору В
НСР05 по фактору АВ

1,22; 1,34; 1,46;
1,28; 1,33; 1,35; 1,39
0,013
0,006
0,007
0,013

Урожайность нута в зависимости от листовой подкормки и инокуляции семян нута, 2021 г.

Вариант опыта		Урожайность, т/га	Разница с контролем	
Фактор А	Фактор В		т/га	%
Без инокуляции (К1)	Без обработки (К2)	0,81	-	-
	В фазу 3 листьев	0,85	0,04	4,94
	В фазу бутонизации	0,86	0,05	6,17
	Двукратная обработка	0,89	0,08	9,88
Ризоторфин	Без обработки (К2)	0,94	0,13	16,05
	В фазу 3 листьев	0,96	0,15	18,52
	В фазу бутонизации	0,98	0,17	20,99
	Двукратная обработка	1,01	0,20	24,69
РизоБаш	Без обработки (К2)	1,03	0,22	27,16
	В фазу 3 листьев	1,06	0,25	30,86
	В фазу бутонизации	1,10	0,29	35,80
	Двукратная обработка	1,14	0,33	40,74

Среднее по фактору А

0,85; 0,97; 1,08

Среднее по фактору В

0,92; 0,95; 0,98; 1,01

НСР05 для част. средних

0,011

НСР05 по фактору А

0,005

НСР05 по фактору В

0,006

НСР05 по фактору АВ

0,011

Урожайность нута в зависимости от листовой подкормки и инокуляции семян нута, 2022 г.

Вариант опыта		Урожайность, т/га	Разница с контролем	
Фактор А	Фактор В		т/га	%
Без инокуляции (К1)	Без обработки (К2)	1,89	-	-
	В фазу 3 листьев	2,05	0,16	8,47
	В фазу бутонизации	2,09	0,20	10,58
	Двукратная обработка	2,15	0,26	13,76
Ризоторфин	Без обработки (К2)	2,19	0,30	15,87
	В фазу 3 листьев	2,21	0,32	16,93
	В фазу бутонизации	2,25	0,36	19,05
	Двукратная обработка	2,32	0,43	22,75
РизоБаш	Без обработки (К2)	2,35	0,46	24,34
	В фазу 3 листьев	2,42	0,53	28,04
	В фазу бутонизации	2,46	0,57	30,16
	Двукратная обработка	2,53	0,64	33,86

Среднее по фактору А

2,04; 2,24; 2,44

Среднее по фактору В

2,14; 2,23; 2,27; 2,33

НСР05 для част. средних

0,015

НСР05 по фактору А

0,008

НСР05 по фактору В

0,009

НСР05 по фактору АВ

0,015

**Результаты дисперсионного анализа урожайности нута по вариантам
опыта, 2020 г.**

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А·В)-R
(А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 3

Число градаций фактора В = 4

Число блоков R = 4

Таблица исходных данных

	1	2	3	4	Средняя
1	1.12	1.16	1.13	1.14	1.14
2	1.21	1.22	1.22	1.22	1.22
3	1.24	1.24	1.23	1.24	1.24
4	1.25	1.27	1.28	1.28	1.27
5	1.31	1.30	1.29	1.30	1.30
6	1.32	1.32	1.33	1.32	1.32
7	1.34	1.35	1.34	1.36	1.35
8	1.38	1.38	1.39	1.39	1.38
9	1.40	1.41	1.41	1.41	1.41
10	1.43	1.45	1.44	1.43	1.44
11	1.48	1.48	1.47	1.46	1.47
12	1.50	1.50	1.52	1.51	1.51

Восстановленные даты:

x= 1.337 sx= 0.005 p= 0.34 %

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	0.543	47			
Блоки	0.000	3	0.000	1.935	
Варианты	0.540	11	0.049	602.512	0.013
Фактор А	0.463	2	0.232	2843.738	0.006
Фактор В	0.072	3	0.024	293.513	0.007
Взаим.АВ	0.005	6	0.001	9.936	0.013
Остат.	0.003	33	0.000		

Множественные сравнения частных средних :

1.14a 1.22b 1.24c 1.27d
1.30e 1.32f 1.35g 1.38h
1.41i 1.44j 1.47k 1.51l

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: (Sa= 0.002)

1.22; 1.34; 1.46;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

1.22a 1.34b 1.46c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: (Sb= 0.003)

1.28; 1.33; 1.35; 1.39;

Множественные сравнения частных средних для фактора В:

1.28a 1.33b 1.35c 1.39d

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Результаты дисперсионного анализа урожайности нута по вариантам опыта, 2021 г

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А·В)-R
(А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 3

Число градаций фактора В = 4

Число блоков R = 4

Таблица исходных данных

	1	2	3	4	Средняя
1	0.79	0.82	0.81	0.81	0.81
2	0.84	0.85	0.85	0.85	0.85
3	0.86	0.86	0.87	0.86	0.86
4	0.88	0.90	0.89	0.88	0.89
5	0.94	0.93	0.94	0.94	0.94
6	0.95	0.96	0.96	0.96	0.96
7	0.98	0.99	0.98	0.98	0.98
8	1.01	1.01	1.01	1.00	1.01
9	1.02	1.02	1.03	1.04	1.03
10	1.06	1.05	1.06	1.06	1.06
11	1.09	1.10	1.09	1.11	1.10
12	1.14	1.14	1.16	1.13	1.14

Восстановленные даты:

x= 0.968 sx= 0.004 p= 0.39 %

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	0.480	47			
Блоки	0.000	3	0.000	2.140	
Варианты	0.478	11	0.043	743.716	0.011
Фактор А	0.423	2	0.212	3624.545	0.005
Фактор В	0.051	3	0.017	291.527	0.006
Взаим.АВ	0.003	6	0.001	9.535	0.011
Остат.	0.002	33	0.000		

Множественные сравнения частных средних :

0.81a 0.85b 0.86c 0.89d
0.94e 0.96f 0.98g 1.01h
1.03i 1.06j 1.10k 1.14l

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: (Sa= 0.002)

0.85; 0.97; 1.08;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

0.85a 0.97b 1.08c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: (Sb= 0.002)

0.92; 0.95; 0.98; 1.01;

Множественные сравнения частных средних для фактора В:

0.92a 0.95b 0.98c 1.01d

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Результаты дисперсионного анализа урожайности нута по вариантам опыта, 2022 г

Идентификатор расчета: Идентификатор
ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А·В)-R
(А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 3

Число градаций фактора В = 4

Число блоков R = 4

Таблица исходных данных

	1	2	3	4	Средняя
1	1.88	1.87	1.90	1.89	1.89
2	2.04	2.06	2.05	2.06	2.05
3	2.10	2.09	2.08	2.08	2.09
4	2.14	2.15	2.14	2.16	2.15
5	2.18	2.18	2.19	2.19	2.19
6	2.20	2.22	2.20	2.21	2.21
7	2.24	2.25	2.26	2.26	2.25
8	2.32	2.31	2.33	2.32	2.32
9	2.35	2.35	2.35	2.34	2.35
10	2.41	2.42	2.44	2.40	2.42
11	2.45	2.46	2.47	2.46	2.46
12	2.53	2.52	2.52	2.55	2.53

Восстановленные даты:

x= 2.240 sx= 0.005 p= 0.24 %

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	1.527	47			
Блоки	0.001	3	0.000	1.830	
Варианты	1.523	11	0.138	1220.467	0.015
Фактор А	1.256	2	0.628	5536.882	0.008
Фактор В	0.238	3	0.079	698.367	0.009
Взаим. АВ	0.029	6	0.005	42.712	0.015
Остат.	0.004	33	0.000		

Множественные сравнения частных средних :

1.88a 2.05b 2.08c 2.15d
2.18e 2.21f 2.25g 2.31h
2.34i 2.42j 2.46k 2.53l

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: (Sa= 0.003)

2.04; 2.24; 2.44;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

2.04a 2.24b 2.44c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: (Sb= 0.003)

2.14; 2.23; 2.27; 2.33;

Множественные сравнения частных средних для фактора В:

2.14a 2.23b 2.27c 2.33d

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Результаты дисперсионного анализа урожайности нута по вариантам опыта, 2020-2022 гг.

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А·В)-R
(А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 3

Число градаций фактора В = 4

Число блоков R = 12

Таблица исходных данных

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Средняя
1.12	1.16	1.13	1.14	0.79	0.82	0.82	0.81	1.88	1.87	1.89	1.89	1.28
1.21	1.22	1.22	1.22	0.84	0.85	0.85	0.85	2.04	2.06	2.05	2.06	1.37
1.24	1.24	1.23	1.24	0.86	0.86	0.87	0.86	2.10	2.09	2.07	2.08	1.40
1.25	1.27	1.28	1.28	0.88	0.90	0.89	0.88	2.14	2.15	2.14	2.16	1.44
1.31	1.30	1.29	1.30	0.94	0.93	0.94	0.94	2.18	2.17	2.19	2.19	1.48
1.32	1.32	1.33	1.32	0.96	0.95	0.96	0.95	2.20	2.22	2.20	2.21	1.50
1.34	1.35	1.34	1.36	0.98	0.99	0.98	0.98	2.24	2.25	2.26	2.26	1.53
1.38	1.38	1.39	1.39	1.01	1.00	1.01	1.00	2.30	2.31	2.33	2.32	1.57
1.40	1.41	1.41	1.41	1.02	1.02	1.03	1.04	2.34	2.35	2.35	2.34	1.60
1.43	1.45	1.44	1.43	1.06	1.05	1.05	1.06	2.41	2.42	2.44	2.40	1.64
1.48	1.48	1.47	1.46	1.09	1.10	1.09	1.11	2.45	2.46	2.47	2.46	1.68
1.50	1.50	1.52	1.51	1.14	1.14	1.16	1.13	2.53	2.52	2.52	2.55	1.73

Восстановленные даты:

$\bar{x} = 1.515$ $s_x = 0.012$ $p = 0.78 \%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	43.672	143			
Блоки	41.128	11	3.739	2208.540	
Варианты	2.339	11	0.213	125.603	0.033
Фактор А	1.998	2	0.999	590.142	0.017
Фактор В	0.318	3	0.106	62.584	0.019
Взаим. АВ	0.023	6	0.004	2.267	0.033
Остат.	0.205	121	0.002		

Множественные сравнения частных средних :

1.28a 1.37b 1.39b 1.44c
1.47de 1.49ef 1.53f 1.57gh
1.59h 1.64i 1.68j 1.73k

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: ($S_a = 0.006$)

1.37; 1.52; 1.66;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

1.37a 1.52b 1.66c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: ($S_b = 0.007$)

1.45; 1.50; 1.53; 1.58;

Множественные сравнения частных средних для фактора В:

1.45a 1.50b 1.53c 1.58d

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Экономическая эффективность возделывания нута в зависимости от листовой подкормки и инокуляции семян нута в 2020 г.

Фактор А	Фактор В	Урожайность, т/га	Стоимость продукции, тыс.руб./га	Прямые затраты, тыс.руб./га	Себестоимость 1 тонны, тыс.руб.	Условный чистый доход, тыс.руб./га	Уровень рентабельности, %
Без Инокуляции (К1)	Без обработки (К2)	1,14	34,20	23,37	20,50	10,83	46,32
	В фазу 3 листьев	1,22	36,60	24,07	19,73	12,53	52,03
	В фазу бутонизации	1,24	37,20	24,07	19,41	13,13	54,52
	Двукратная обработка	1,27	38,10	24,77	19,51	13,33	53,79
Ризоторфин	Без обработки (К2)	1,30	39,00	24,11	18,54	14,89	61,79
	В фазу 3 листьев	1,32	39,60	24,81	18,79	14,79	59,64
	В фазу бутонизации	1,35	40,50	24,81	18,37	15,69	63,27
	Двукратная обработка	1,39	41,70	25,51	18,35	16,19	63,49
РизоБаш	Без обработки (К2)	1,41	42,30	23,61	16,75	18,69	79,15
	В фазу 3 листьев	1,44	43,20	24,31	16,88	18,89	77,69
	В фазу бутонизации	1,47	44,10	24,31	16,54	19,79	81,39
	Двукратная обработка	1,51	45,30	25,01	16,56	20,29	81,11

**Экономическая эффективность возделывания нута в зависимости от
листовой подкормки и инокуляции семян нута
в 2021 г.**

Фактор А	Фактор В	Урожайность, т/га	Стоимость продукции,	Прямые затраты, тыс.руб./га	Себестоимость 1 тонны, тыс.руб.	Условный чистый доход, тыс.руб./га	Уровень рентабельности, %
Без инокуляции (К1)	Без обработки (К2)	0,81	52,65	23,81	29,39	28,85	121,17
	В фазу 3 листьев	0,85	55,25	24,51	28,83	30,75	125,46
	В фазу бутонизации	0,86	55,90	24,51	28,49	31,40	128,12
	Двукратная обработка	0,89	57,85	25,21	28,32	32,65	129,52
Ризоторфин	Без обработки (К2)	0,94	61,10	24,54	26,10	36,56	149,01
	В фазу 3 листьев	0,96	62,40	25,24	26,29	37,16	147,26
	В фазу бутонизации	0,98	63,70	25,24	25,75	38,46	152,41
	Двукратная обработка	1,01	65,65	25,94	25,68	39,71	153,11
РизоБаш	Без обработки (К2)	1,03	66,95	24,04	23,34	42,91	178,46
	В фазу 3 листьев	1,06	68,90	24,74	23,34	44,16	178,46
	В фазу бутонизации	1,10	71,50	24,74	22,49	46,76	188,97
	Двукратная обработка	1,14	74,10	25,44	22,32	48,66	191,24

Экономическая эффективность возделывания нута в зависимости от
лиственной подкормки и инокуляции семян нута
в 2022 г.

Фактор А	Фактор В	Урожайность, т/га	Стоимость продукции, тыс.руб./га	Прямые затраты, тыс.руб./га	Себестоимость 1 т, тыс.руб.	Условный чистый доход, тыс.руб./га	Уровень рентабельности, %
Без инокуляции (К1)	Без обработки (К2)	1,89	66,15	24,54	12,98	41,61	169,55
	В фазу 3 листьев	2,05	71,75	25,24	12,31	46,51	184,26
	В фазу бутонизации	2,09	73,15	25,24	12,08	47,91	189,81
	Двукратная обработка	2,15	75,25	25,94	12,07	49,31	190,08
Ризоторфин	Без обработки (К2)	2,19	76,65	25,27	11,54	51,38	203,29
	В фазу 3 листьев	2,21	77,35	25,97	11,75	51,38	197,81
	В фазу бутонизации	2,25	78,75	25,97	11,54	52,78	203,20
	Двукратная обработка	2,32	81,20	26,67	11,50	54,53	204,43
РизоБаш	Без обработки (К2)	2,35	82,25	24,78	10,54	57,47	231,93
	В фазу 3 листьев	2,42	84,70	25,48	10,53	59,22	232,43
	В фазу бутонизации	2,46	86,10	25,48	10,36	60,62	237,93
	Двукратная обработка	2,53	88,55	26,18	10,35	62,37	238,25

«Краснокутская СОС-филиал ФГБНУ ФАНЦ Юго-Востока»

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор «Краснокутской СОС-филиал
ФГБНУ ФАНЦ Юго-Востока»



Н.С. Таспаев
«15» апреля 2022 г.

АКТ

О внедрении результатов исследований научно-квалификационной работы
Таспаева Нурсултана Нурлановича

Комиссия в составе:

Председатель комиссии: Директор Краснокутской СОС Н.С. Таспаев,

Члены комиссии: зам. директора Краснокутской СОС Ю.А. Калинин,
агроном Краснокутской СОС А.А. Селезнев

составили настоящий акт о том, что результаты диссертационной работы на тему «Усовершенствованные элементы технологии возделывания нута для условий сухостепного Заволжья» внедрены в Краснокутскую СОС на площади 240 гектар, уровень рентабельности составил 70 %, дополнительная прибыль составила 4500 руб./га.

Комиссия считает экономически эффективно использовать данные исследования и технологию в «Краснокутская СОС-филиал ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока».

Директор Краснокутской СОС

Таспаев Н.С.

Зам. директора Краснокутской СОС

Калинин Ю.А.

Агроном Краснокутской СОС

Селезнев А.А.

