

На правах рукописи

Таспаев Нурсултан Нурланович

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

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Саратов 2023

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова»

Научный руководитель:

Денисов Константин Евгеньевич

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Официальные оппоненты:

Бельшикина Марина Евгеньевна

доктор сельскохозяйственных наук,
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», ведущий научный сотрудник

Бондаренко Анастасия Николаевна

доктор сельскохозяйственных наук, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук», зав. лабораторией агротехнологий овощных культур

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Волгоградский государственный аграрный университет"

Защита диссертации состоится 14 декабря в 13.00 часов на заседании диссертационного совета 35.2.035.05, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова» по адресу: 410012, г. Саратов, проспект им. П. Столыпина, зд. 4, стр. 3. E-mail: dissovet01@sgau.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО Вавиловский университет и на сайте www.vavilovsar.ru.

Автореферат разослан « »

2023 г.

Ученый секретарь диссертационного совета

Полетаев Илья Сергеевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

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 сухостепного 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 сухостепного 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.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение содержит актуальность работы, степень научной разработанности темы, цель и задачи исследований, научную новизну, теоретическую и практическую значимость, методологию и методы исследований. Приводятся основные положения, выносимые на защиту, степень достоверности результатов исследований, сведения об апробации работы, количество публикаций по теме диссертации, указаны объем и структура диссертации.

В первой главе «ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ» представлен анализ отечественной и зарубежной литературы по изучаемой теме. Рассмотрены агробиологические особенности нута, эффективность инокуляции семян при

возделывании нута. Проанализировано действие листовых подкормок в технологии возделывания зернобобовых культур. Показана эффективность совместного применения минеральных удобрений, инокуляции семян и некорневых подкормок при возделывании нута.

Во второй главе «УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ» приводятся характеристика почвы и климатические условия района проведения исследований по элементам технологии возделывания нута.

Полевые исследования проводили в Краснокутском районе, который расположен в южной части Сухостепного Заволжья Саратовской области, на правом берегу реки Еруслан, на Сыртовой равнине в 2020-2022 гг. Большая часть территорий Краснокутской селекционно-опытной станции располагается на четвертичных отложениях – сыртовых тяжелых суглинках, общая мощность которых достигает 40-50 м. Окраска коричнево-желтая, сложение плотное, высокая карбонатность. Гранулометрический состав содержит значительное количество глинистых частиц (52,6÷0,7 %) и водорастворимых солей (0,11-0,21 %). Почва опытного участка каштановая среднемошная малогумусная.

Содержание гумуса в пахотном слое составляет 3,38-3,56 %.

Температурный режим 2020 года исследования был в пределах среднемноголетних значений. Осадки распределялись неравномерно в течение вегетационного периода, ГТК 0,53. Условия вегетации 2021 года не способствовали формированию высокой урожайности бобовых культур, несмотря на количество осадков, превышающих климатическую норму, ГТК 0,62. 2022 год характеризовался благоприятными климатическими условиями для роста и развития сельскохозяйственных культур, ГТК 0,93.

В третьей главе «СХЕМА ОПЫТА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ, ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТА И ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРЕПАРАТОВ» представлены схема опыта, методика проведения исследований, характеристика сорта и используемых препаратов.

Для изучения влияния инокуляции семян нута и фолиарной обработки посевов был заложен двухфакторный полевой опыт.

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

А₁ – без инокуляции (контроль 1);

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 (контроль 2);

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 НРК 21:4:4 + МЭ (3л/га) с использованием прилипателя Биолипостим (0,3 л/га).

Опыт проводился в четырехкратной повторности, деланки размещались по вариантам опыта систематически, площадь деланок первого порядка 120 м², площадь, деланки второго порядка 30 м², учетная площадь составляла 25 м².

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 методами и рекомендациями.

Оценку экономической эффективности изучаемых приемов при возделывании нута на зерно проводили расчетно-нормативным методом на основании технологических карт, стоимости семян, ГСМ. Определяли затраты, стоимость полученной продукции, условный чистый доход и уровень рентабельности (Методические рекомендации ВАСХНИИЛ, 1989; Методика ВИК им. В.Р. Вильямса, 1989, 1995).

Обработку экспериментальных данных осуществляли методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову с использованием программ Excel и Agros.

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 Ризотрфин 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.

Учет урожайности проводили поделаночно методом пробного снопа при полном созревании зерна.

В четвертой главе «РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО МОРФОЛОГИИ И ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОСЕВОВ НУТА» представлены результаты изучения динамики густоты посевов нута, высоты растений нута, высоты прикрепления нижнего боба, особенностей формирования надземной биомассы нута, фотосинтетической деятельности посевов нута, влияния инокулянтов Ризоторфин и РизоБаш на содержание клубеньковых бактерий.

В среднем за три года проведения опытов густота всходов растений нута варьировала от 53,8 шт./м² на варианте без обработки до 62,2 шт./м² (таблица 1) при использовании инокулянта РизоБаш.

Таблица 1 – Всхожесть и сохранность стояния растений нута, среднее 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				

При обработке Ризоторфином показатель повышался относительно варианта без обработки до 59,4-59,7 шт./м². 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.

Обработка семян инокулянтами повышала всхожесть нута по сравнению с контролем до 90,8-91,1% на варианте с обработкой семян нута Ризоторфином и до 94,4-95,4 % на варианте с применением РизоБаш в качестве инокулянта. Наибольшая густота стояния растений нута в фазу полной спелости была на варианте с применением РизоБаш, где анализируемый показатель увеличивался до 57,1-59,9 шт./м².

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

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), таблица 2.

Таблица 2 - Влияние листовой подкормки и инокуляции семян на высоту растений и высоту прикрепления нижнего боба в период полной спелости

Фактор А	Фактор В	Высота растений, см				Высота прикрепления нижнего боба, см			
		2020 г.	2021г.	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

Как показали результаты исследований, высота прикрепления нижнего боба 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 – на 1,7 см. На вариантах с обработкой семян Ризоторфином она возрастала при листовой обработке в первый срок на 0,3 см, во второй – 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 данным, полученным за годы исследований, можно сделать вывод, что инокуляция семян нута перед посевом в большей степени повышала высоту прикрепления нижнего боба, чем обработка посевов. Наибольшая эффективность отмечалась на варианте с применением препарата РизоБаш. Различные схемы обработки посевов в большей степени увеличивали анализируемый показатель без применения инокулянта – на 1,0-1,7 см. На фоне инокуляции семян увеличение этого показателя проявлялось в несколько меньшей степени. При использовании Ризоторфина – на 0,3-1,1 см, а при использовании РизоБаш – на 0,3-1,0 см, т.е. прибавка на фоне инокулянтов практически не зависела от применяемого препарата. В то же время высота прикрепления нижнего боба была выше при совместном использовании инокулянтов и листовой подкормки. 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 прирост отмечали на варианте с инокулянтом РизоБаш в фазы 3 листьев и бутонизации.

В 2020-2022 гг. максимальное накопление сухой биомассы растений нута зафиксировано в фазу созревания бобов. Максимальный эффект получен при обработке семян инокулянтом РизоБаш совместно с двукратной листовой подкормкой: 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 (рисунок 1, 2).

При инокуляции семян нута Ризоторфином совместно с двукратной листовой подкормкой максимальная сырая и сухая биомасса в фазу созревания бобов составляла 11,277 т/га и 3,601 т/га, что больше варианта без обработки на 4,818 т/га сырой массы и 1,615 т/га сухой массы. Однако инокуляция РизоБаш совместно с листовыми подкормками была эффективнее. Таким образом, листовые подкормки в разные фазы развития растений нута положительно влияют на накопление биомассы нута, которые дают существенный прирост по сравнению с контролем.

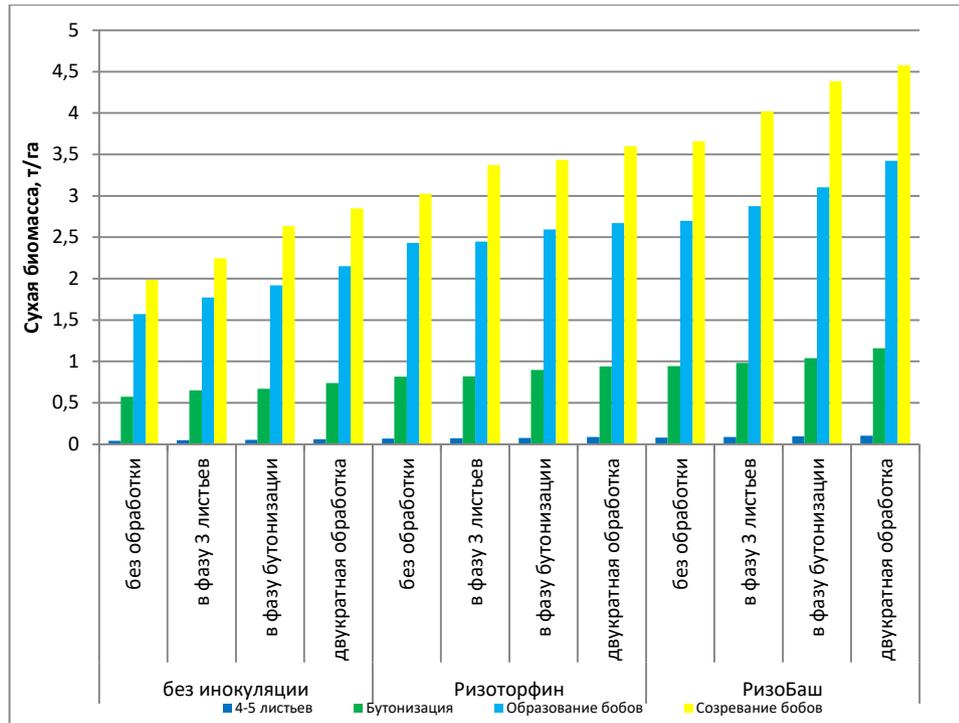


Рисунок 1 – Динамика накопления сухой биомассы посевами нута, среднее в 2020-2022 гг.

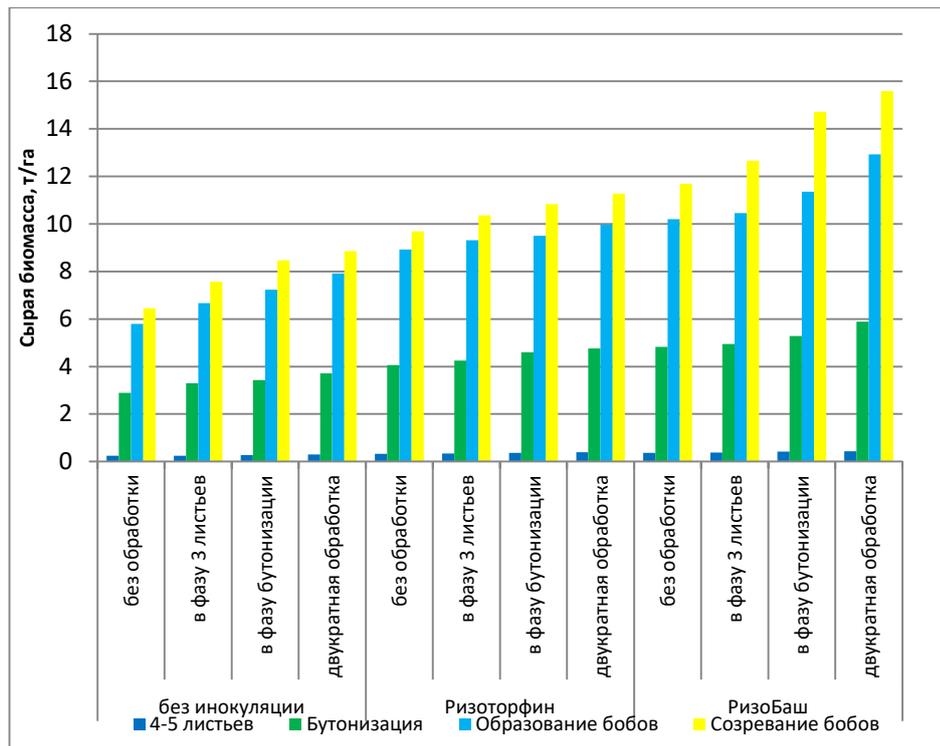


Рисунок 2 – Динамика накопления сырой биомассы посевами нута, среднее в 2020-2022 гг.

В среднем за годы исследований, максимальное значение фотосинтетического потенциала отмечали на варианте с инокуляцией семян РизоБаш совместно с двукратной листовой подкормкой – 3085,58 тыс.м²·сут./га, на варианте с инокуляцией Ризоторфином он составил 2286,25

тыс.м²·сут./га, что больше, чем на варианте без обработки, на 498,83 тыс. м²·сут. /га, но меньше, чем на варианте с инокуляцией РизоБаш - 2755,26 тыс. м²·сут./га (рисунок 3).

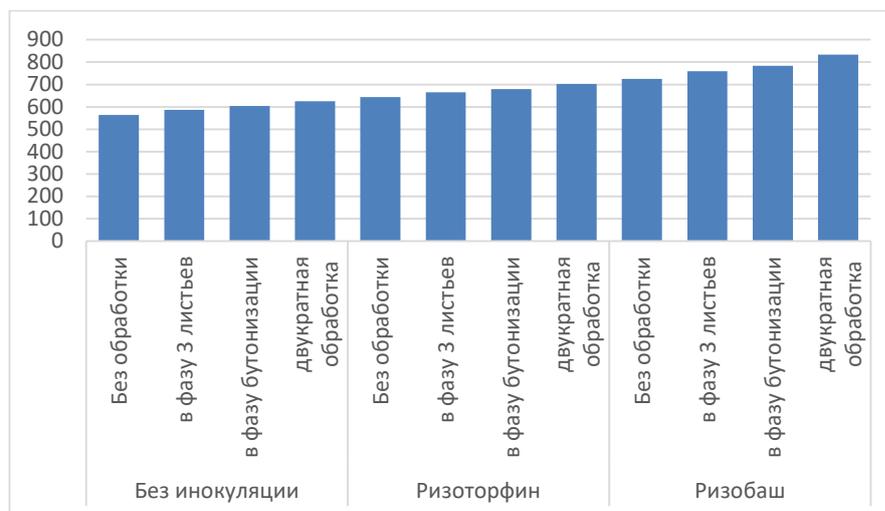


Рисунок 3 – Фотосинтетический потенциал посевов нута, тыс. м²·сут./га, среднее в 2020-2022 гг.

В условиях Краснокутской СОС фотосинтетическая деятельность посевов нута была различной по всем годам исследований, увеличиваясь в результате инокуляции семян совместно с листовыми обработками. Наиболее эффективным агроприемом было совместное проведение инокуляции семян нута РизоБаш и фолиарная обработка посевов в фазу 3 листьев с последующей подкормкой растений в фазу бутонизации.

Чистая продуктивность фотосинтеза за три года исследований составила 2,43 – 3,72 г/м²·сут. по вариантам опыта. Максимальный эффект был получен при инокуляции РизоБаш и двукратной листовой подкормке – 3,72 г/м²·сут. При инокуляции Ризоторфином ЧФП составлял 2,78 г/м²·сут., при инокуляции РизоБаш – 3,26 г/м²·сут.

Инокуляция семян и листовая подкормка оказывали определенное влияние на развитие бобово-ризобиального комплекса растений нута. В среднем за три года, как и отдельно по годам исследований, максимальный эффект получен при инокуляции 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 сухих клубенька с общей массой 0,72 г (таблица 3).

В условиях Краснокутской СОС фотосинтетическая деятельность посевов нута была различной по всем годам исследований, увеличиваясь в результате инокуляции семян совместно с листовыми обработками, проводимыми по вегетации. Наиболее эффективным агроприемом было совместное проведение инокуляции семян нута РизоБаш и фолиарная обработка посевов в фазу 3 листьев с последующей подкормкой растений в фазу бутонизации.

Таблица 3 - 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 сухих клубеньков на 1 растение, г			
		2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее
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

Чистая продуктивность фотосинтеза за три года исследований составила 2,43 – 3,72 г/м²·сут. по вариантам опыта. Максимальный эффект был получен при инокуляции РизоБаш и двукратной листовой подкормке – 3,72 г/м²·сут. При инокуляции Ризоторфином ЧФП составлял 2,78 г/м²·сут., при инокуляции РизоБаш – 3,26 г/м²·сут.

В пятой главе «РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ФОРМИРОВАНИЮ ПРОДУКТИВНОСТИ НУТА» представлены результаты изучения структуры урожая, урожайности и качества зерна нута.

Исследования, проведенные в 2020-2022 гг., позволяют сделать вывод, что предпосевная обработка семян и фолиарные обработки посевов являются основой положительной динамики такого показателя, как структура урожая. Количество растений к уборке на 1 м² является основным элементом структуры урожая нута, определяющим величину получаемого урожая зерна. Среди всех изучаемых вариантов выделяются инокуляция семян нута перед посевом такими агрохимикатами, как Ризоторфин и РизоБаш. В фазу полной спелости на опытах густота стояния растений нута составляла 52,7 и 56,7 шт./м² соответственно. Количество растений на варианте без обработки составило 41,7 шт./м² (таблица 4).

Наиболее эффективным было проведение инокуляции РизоБаш. Масса 1000 семян составляла 217,08–232,37 г. Более крупные семена формировались на вариантах, где проводили предпосевную инокуляцию семян нута и листовую обработку.

Растения нута были наиболее отзывчивы к применению предпосевной инокуляции семян нута и последующим листовым подкормкам.

Таблица 4 – Элементы структуры урожая нута в зависимости от листовой подкормки и инокуляции семян нута, 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 – F _ф <F _т				
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 – F _ф <F _т				
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 – F _ф <F _т				

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 (таблица 5).

Следует отметить высокую отзывчивость растений нута на предпосевную инокуляцию семян Ризоторфином и РизоБаш и последующие фоллиарные обработки.

Таблица 5 - Урожайность зерна нута, среднее в 2020-2022 гг.

Вариант опыта		Урожайность, т/га				Разница с контролем, среднее за 3 года	
Фактор А	Фактор В	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее за 3 года	т/га	%
Без инокуляции (К1)	Без обработки (К2)	1,14	0,81	1,89	1,28	-	-
	В фазу 3 листьев	1,22	0,85	2,05	1,37	0,09	7,03
	В фазу бутонизации	1,24	0,86	2,09	1,40	0,12	9,37
	Двукратная обработка	1,27	0,89	2,15	1,44	0,16	12,50
Ризоторфин	Без обработки (К2)	1,30	0,94	2,19	1,48	0,20	15,63
	В фазу 3 листьев	1,32	0,96	2,21	1,50	0,22	17,19
	В фазу бутонизации	1,35	0,98	2,25	1,53	0,25	19,53
	Двукратная обработка	1,39	1,01	2,32	1,57	0,29	22,66
РизоБаш	Без обработки (К2)	1,41	1,03	2,35	1,60	0,32	25,00
	В фазу 3 листьев	1,44	1,06	2,42	1,64	0,36	28,13
	В фазу бутонизации	1,47	1,10	2,46	1,68	0,40	31,25
	Двукратная обработка	1,51	1,14	2,53	1,73	0,45	35,16

Среднее по фактору А	1.37; 1.52; 1.64
Среднее по фактору В	1.42; 1.50; 1.53; 1.58
НСР ₀₅ для част. средних	0,033
НСР ₀₅ по фактору А	0,017
НСР ₀₅ по фактору В	0,019
НСР ₀₅ по фактору АВ	0,033

Таким образом, можно заключить, что в условиях засушливого Саратовского Левобережья такой агроприем, как инокуляция семян и последующие фолиарные обработки в фазы 3 листьев и бутонизации обеспечивают достижение положительного эффекта, выражающегося в повышении продуктивности нута, в частности урожайности.

В среднем за три года исследований было выявлено, что для получения высокого качества зерна нута, выращенного на каштановой почве, необходимо проводить инокуляцию семян совместно с листовыми подкормками в фазу 3 листьев и фазу бутонизации (таблица 6).

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

Таблица 6 - Содержание белка в зерне нута, %

Фактор А	Фактор В	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее за 3 года	Прибавка к контролю
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

Наилучшим среди всех изучаемых вариантов, в среднем за три года исследований, был вариант с применением предпосевной инокуляции семян РизоБаш и двукратной листовой подкормкой, содержание белка составляло 26,2 %, что превосходило вариант без обработки на 1,9%.

В шестой главе «ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НУТА» дан анализ экономической эффективности инокуляции семян и листовой подкормки при возделывании нута в зоне Саратовского Заволжья.

Уровень рентабельности – показатель, который дает обобщенную экономическую оценку изучаемым агроприемам. На варианте без инокуляции семян и без листовой подкормки уровень рентабельности составил 130,23 %, это самый низкий показатель из всех возможных вариантов опыта. При листовой подкормке в фазу 3 листьев, без инокуляции, уровень рентабельности повысился до 139,41 %, при листовой подкормке в фазу бутонизации анализируемый показатель увеличился до 144,65 %, а при двукратной листовой обработке – до 144,68 %.

Следует также отметить, что обработка семян Ризоторфином повысила чистый доход до 39,00 тыс. руб./га, на варианте с листовыми подкормками этот показатель в фазу 3 листьев повышался до 39,16 тыс. руб./га, в фазу бутонизации – до 40,45 тыс. руб./га, при двукратной листовой обработке – до 41,47 тыс. руб./га. При инокуляции семян РизоБаш условный чистый доход составил 44,66 тыс. руб./га, в комплексе с листовыми подкормками чистый доход повышался и составлял 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.

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

Таким образом, экономически наиболее оправдан вариант с инокуляцией семян РизоБаш совместно с двукратной листовой подкормкой. Уровень рентабельности в среднем за три года исследований составил 191,22 %.

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·сутки. Инокуляция Ризоторфин показала ЧФП с результатом – 2,78 г/м²·сут., но инокуляция РизоБаш зарекомендовала себя наиболее эффективнее, где ЧФП 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 клубенька с общей массой 0,72 г.

Инокуляция препаратом РизоБаш оказала наибольшее влияние на массу семян нута. Масса 1000 семян составляла 217,1 – 232,43 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 подкормке 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 фоллиарной 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 инокулянтном 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 РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ:

1. Денисов, К.Е. Эффективность применения листовой подкормки и инокуляции семян при возделывании нута в условиях сухостепного Заволжья / К.Е. Денисов, К.С. Кондаков, **Н.Н. Таспаев**, А.П. Борисоглебская // Аграрный научный журнал. 2023. № 3. С. 21-26 (0,625 печ.л. – 0,15).

2. Денисов, К.Е. Влияние инокуляции семян и некорневой подкормки на урожайность и качество зерна нута в условиях сухостепного Заволжья / К.Е. Денисов, **Н.Н. Таспаев**, И.В. Гурина // Аграрный научный журнал. 2023. № 7. С. 17-21 (0,5 печ.л – 0,16).

3. Денисов, К.Е. Совершенствование элементов технологии возделывания нута в условиях сухостепного Заволжья / К. Е. Денисов, Ф.П. Четвериков, **Н. Н. Таспаев**, Н.А. Харламова // Аграрный научный журнал. 2023. № 10. С. 38-41 (0,5 печ. л. – 0,125).

В прочих изданиях:

4. **Таспаев, Н.Н.** Роль нута в повышении эффективности использования экологических и земельных ресурсов засушливых регионов / **Н.Н. Таспаев**, Н.С. Таспаев, Н.И. Германцева // Правовые, экономические и экологические аспекты рационального использования земельных ресурсов: Сб. статей IV Междунар. науч.-практ. конф. Саратов, 2019. С. 86-89 (0,375 печ.л. – 0,12)

5. **Таспаев, Н.Н.** Совершенствование технологий возделывания нута в сухостепном Поволжье // Вавиловские чтения – 2022: сб. статей Междунар. науч.-практ. конф. Саратов, 2022. С. 548-550 (0,25 печ.л).

6. **Таспаев, Н.Н.** Динамика накопления биомассы посевами нута при инокуляции семян и фоллиарной обработке посевов // Аграрные конференции. 2022. Вып. 31 (1). С. 11-16 (0,75 печ.л).