

На правах рукописи

Таспаев Нурлан Султангалиевич

**ПРОДУКТИВНОСТЬ НУТА В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ СРОКОВ ПОСЕВА, НОРМ ВЫСЕВА И
УДОБРЕНИЙ НА КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ
САРАТОВСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ**

06.01.01 -- общее земледелие, растениеводство

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Саратов 2018

Диссертационная работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова».

Научный руководитель: кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Шьюрова Наталья Александровна

Официальные оппоненты: **Балашов Василий Васильевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», профессор кафедры «Растениеводство, селекция и семеноводство»;

Ракитина Вероника Вячеславовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия», доцент кафедры «Растениеводство и земледелие»

Ведущая организация: ФГБНУ «Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»

Защита состоится «26» июня 2018 года в 15 часов на заседании диссертационного совета Д 220.061.05, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова» по адресу: 410012, г. Саратов, Театральная площадь, д. 1.
e-mail: dissovet01@sgau.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ и на сайте www.sgau.ru

Автореферат разослан «___» _____ 2018 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Нарушев Виктор Бисенгалиевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В степной зоне Поволжья в настоящее время особый интерес представляют засухоустойчивые виды и сорта зернобобовых культур. Еще в 20 годах прошлого века академик Николай Иванович Вавилов ратовал за возможность широкой культуры нута на Юго-Востоке.

Нут является ценным пищевым и кормовым растением. Семена нута по вкусу напоминают орехи, в них содержится 18,5-31,0% белка, 47-60% крахмала, 4,0-8,0% жира, 2,3-4,9% золы. Белки, входящие в состав зерна нута, по своей биологической полноценности и усвояемости близки к белкам животного происхождения. В них входят незаменимые аминокислоты (триптофан, лизин, аргинин, гистидин и другие), в количестве не меньше, чем у гороха, чечевицы и других зернобобовых культур. В сухом зерне имеется витамин В₁, а при прорастании накапливается аскорбиновая кислота. По содержанию жира нут превосходит многие другие зернобобовые культуры.

Производство зерна нута в России планируется нарастить до 1,0 млн. тонн в год. Для решения проблемы белка и биологизации земледелия эта ценная культура должна занимать в структуре посевов зерновых в сухостепной зоне Поволжья не менее 10%. Нут сейчас является самой перспективной зернобобовой культурой для засушливых районов России. В связи с этим совершенствование приемов его возделывания в нашей засушливой зоне – задача, имеющая большое теоретическое и практическое значение.

Степень разработанности проблемы. После комплексных работ В.В. Балашова, Л.П. Шевцовой, Н.И. Германцевой и ряда других ученых в последние 10-15 лет опыты по изучению приемов возделывания нута в Среднем и Нижнем Поволжье не проводились. Наши исследования выполнены с целью совершенствования зональной технологии возделывания нута в условиях нарастания засушливости климата сухостепного Саратовского Заволжья.

Цель исследований заключалась в изучении влияния сроков посева, и норм высева, ризоторфина и минеральных удобрений на продуктивность новых сортов нута Вектор и Золотой юбилей в Саратовском Заволжье.

Задачи исследований:

1. Изучить рост и развитие, определить параметры фотосинтетической деятельности посевов нута на каштановых почвах засушливого Саратовского Заволжья.

2. Выявить рациональный срок посева и установить оптимальную норму высева нута в засушливой степной зоне.

3. Изучить влияние предпосевной обработки семян ризоторфином в сочетании с различными дозами внесения минеральных удобрений на продуктивность нута в засушливой степной зоне.

4. Определить роль сорта и приемов возделывания в формировании качества зерна нута.

5. Рассчитать экономическую и биоэнергетическую эффективность рекомендуемых приемов возделывания нута в засушливой степной зоне.

Научная новизна. Впервые на каштановых почвах Заволжья Саратовской области проведены комплексные исследования основных приемов технологии возделывания новых сортов нута Вектор и Золотой юбилей. Подобраны рациональные сроки посева и оптимальные нормы высева этих сортов. Проведена оценка комплексного влияния бактериальных и минеральных удобрений на урожайность и качество зерна нута в условиях острозасушливого климата степного Заволжья.

Теоретическая и практическая значимость работы. Выявлены особенности продукционного процесса нута в зависимости от сроков посева, норм высева, биопрепарата ризоторфин и минеральных удобрений в засушливых условиях степной зоны Саратовского Заволжья.

Разработаны и успешно апробированы в хозяйствах Заволжья Саратовской области рекомендации по возделыванию нута, обеспечивающие получение 1,5 т/га высококачественного зерна. Определен наиболее адаптированный сорт, разработаны оптимальные параметры посевного комплекса, установлен рациональный питательный режим растений.

Результаты исследований внедрены в хозяйствах Краснокутского, Ершовского и Озинского районов Саратовского Заволжья на площади 400 га, а также используются в учебном процессе кафедры растениеводства, селекции и генетики Саратовского ГАУ.

Объект и предмет исследований. Объект исследований – нут. Предмет исследований – закономерности изменения процессов влагообеспечения корнеобитаемого слоя почвы и формирования продуктивности нута сухостепной зоне Саратовского Заволжья.

Методология и методы исследований. В диссертационной работе использованы имеющиеся научно-практические материалы по технологии возделывания нута в острозасушливых регионах России, а также аналитический, экспериментальный, статистический, энергетический и экономический методы исследований.

Положения, выносимые на защиту:

- особенности роста, развития, работы симбиотического аппарата и формирования урожая зерна нута на каштановых почвах Саратовского Заволжья в зависимости от приемов его выращивания;
- рациональный срок посева и оптимальные нормы высева новых сортов нута Вектор и Золотой юбилей для условий острозасушливой зоны Саратовского Заволжья;
- показатели эффективности предпосевной обработка семян нута ризоторфином на фоне основного внесения азотно-фосфорных удобрений;
- результаты экономической и биоэнергетической оценки рекомендуемых приемов возделывания нута.

Достоверность результатов исследований подтверждается многолетним периодом проведения полевых и лабораторных исследований, необходимым количеством выполненных наблюдений, измерений и анализов, статистической обработкой полученных данных, внедрением результатов в производство и их апробацией в печати.

Апробация работы. Материалы диссертационной работы докладывались на ежегодных научно-практических конференциях Саратовского ГАУ (Саратов, 2016-2018 гг.), на Международных научных конференциях «Вавиловские чтения» (Саратов, 2015-2017 г.), на Международной научной конференции Горского ГАУ «Инновационные технологии в растениеводстве и экологии» (Владикавказ, 2017 г.), на зональных и районных научных и научно-производственных конференциях по проблемам повышения продуктивности полевых культур в сухостепном Поволжье (Саратов, Красный Кут, 2015-2018 гг.).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 7 статей, в том числе 2 – в изданиях из перечня, рекомендованного ВАК РФ.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 134 страниц компьютерного текста, состоит из введения, шести глав, заключения и предложений производству, содержит 28 таблиц и 1 рисунок. Приложение приведено на 28 страницах. Список литературы включает 214 источника, в т.ч. 16 иностранных авторов.

Личный вклад соискателя состоит в разработке программы исследований, постановке и проведении полевых и лабораторных опытов, анализе и интерпретации полученных результатов, их статистической, экономической и биоэнергетической оценке, формулировании заключения и рекомендаций производству, подготовке и издании научных статей.

Автор выражает искреннюю благодарность сотрудникам Краснокутской СОС, преподавателям и сотрудникам ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ за оказанную методическую и консультационную помощь при выполнении исследований и написании диссертации.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении рассмотрено состояние проблемы, обоснована актуальность темы, поставлены цель и задачи работы, представлены основные положения, выносимые на защиту, охарактеризованы новизна, практическая и теоретическая значимость исследований.

В первой главе на основе изучения литературы рассматриваются морфобиологические и агроэкологические основы выращивания нута, основные хозяйственно-ценные признаки сортов нута для засушливых условий, анализируется существующий научно-практический материал по влиянию сроков посева, норм высева и различных удобрений на продуктивность и показатели качества зерна нута в засушливой зоне.

Во второй главе описаны почвенно-климатические условия зоны проведения исследований. Полевые исследования проводились на опытном участке Краснокутской селекционно-опытной станции Краснокутского района Саратовской области, землепользование которой расположено в засушливой степной зоне Саратовского Заволжья.

Климат зоны – резко-континентальный засушливый. Средняя годовая температура воздуха +5,3°C; количество осадков – 346 мм. Почва – каштановая, тяжелосуглинистая с содержанием 2,8-3,0% гумуса в пахотном горизонте. По

сочетанию погодных факторов условия вегетационного периода нута в 2013 и 2014 годах можно охарактеризовать как средне засушливые благоприятные для растений, в 2015 году – как острозасушливые неблагоприятные для посевов.

В третьей главе приведена схема опыта и методика проведения исследований. Программа исследований включала три полевых опыта.

Опыт 1. Влияние срока посева на продуктивность нута в Саратовском Заволжье. Схема опыта: Фактор А. Сорт нута: 1. Сорт Золотой юбилей; 2. Сорт Вектор. Фактор В. Срок посева нута: 1. Ранний – в начале сева ярового ячменя; 2. Средний – через 7 дней после раннего срока; 3. Поздний – через 7 дней после среднего срока.

Опыт 2. Влияние нормы высева на урожайность и качество зерна нута в засушливой зоне. Фактор А. Сорт нута: 1. Краснокутский 36; 2. Сорт Золотой юбилей; 3. Сорт Вектор. Фактор В. Норма высева нута: 6 вариантов с нормами высева 0,54 0,6; 0,7; 0,8; 0,9 и 1,0 млн. всхожих семян на 1 га.

Опыт 3. Эффективность обработки семян нута ризоторфином в комплексе с применением минеральных удобрений в засушливых условиях степной зоны. Схема опыта: 1. Контроль – без удобрений; 2. Обработка семян ризоторфином; 3. P₃₀; 4. P₃₀ + обработка семян ризоторфином; 5. N₂₀P₃₀; 6. N₂₀P₃₀ + обработка семян ризоторфином; 7. P₄₅; 8. P₄₅+ обработка семян ризоторфином; 9. N₃₀P₄₅; 10. N₃₀P₄₅+ обработка семян ризоторфином. Данный опыт проводился с сортом Золотой юбилей.

Закладка опытов производилась рендомизированным методом. Площадь опытной делянки – 25-100 м²; повторность – четырехкратная. В опытах №1 и №3 применялся рядовой способ посева с междурядьями 15 см нормой высева 0,6 млн. всхожих зерен на 1 гектар в первом опыте и 0,8 млн. всхожих зерен на 1 гектар в третьем опыте.

В виде агротехнического фона на опытном участке выполнялись все мероприятия, предусмотренные в зональных рекомендациях.

Закладка полевых опытов, проведение наблюдений, учетов и анализов осуществлялись в соответствии с методикой опытного дела Б.А. Доспехова (1985), Рекомендациями НИИСХ Юго-Востока (1973) и другими общепринятыми методиками и руководствами.

Фенологические наблюдения осуществлялись по с методикам А.И. Руденко (1950), В.И. Сазонова (1962), Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (1971, 1985) Учет высоты во время вегетации проводился по 30 контрольным растениям на каждом варианте опыта. Густоту стояния растений, динамику нарастания сырой и сухой надземной биомассы в важнейшие фазы вегетации нута определяли по методике Б.М. Смирнова (1973) и Н.И. Германцевой (1971). Отбирались пробы с площадок 0,25 м² с каждого варианта опыта в четырехкратной повторности.

Наблюдения за формированием симбиотического аппарата проводились по методикам ВНИИ бактериальных препаратов (Е.Ф. Березова, Л.М. Доросинский, 1961). Учет засоренности посевов проводили количественно-весовым методом по методике ВИЗР (1988). Влажность почвы контролировалась термостатно-весовым методом по А.А. Роде (1955).

Определение нитратного азота проводилось по Грандваль-Ляжу колориметрическим методом с дисульфифеноловой кислотой, подвижные соединения фосфора - по методу Мачигина согласно ГОСТ 26205-9.

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

Для определения биологической урожайности проводили отбор снопов с площадок по 0,25 м² в четырехкратной повторности с каждой делянки. При лабораторном анализе снопов учитывали число растений и сухую массу снопа. Высоту растений, высоту прикрепления нижнего боба, количество бобов и зерен на 1 растении, массу зерна с 1 растения учитывали по 10 отобраным растениям в каждом снопе. Массу 1000 зерен определяли по ГОСТ - 12042-80. Учет хозяйственного урожая проводили комбайном Сампо-130 в фазу полной спелости зерна с приведением к 14% влажности и 100% чистоте.

Биоэнергетическая оценка рекомендуемых приемов возделывания нута проводилась согласно методике Г.С. Посыпанова (1995) и методическим разработкам В.В. Коринца (1986), ВГСХА (1994) и РАСХН (1995).

Экономическую оценку выполняли по методическим рекомендациям ВАСХНИИЛ (1989) и методикам ВИК им. В.Р. Вильямса (1989, 1995).

Математическую обработку экспериментальных данных осуществляли методом дисперсионного анализа (Доспехов Б.А., 1985) на персональной ЭВМ в ВЦ ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ с использованием компьютерных программ «MicrosoftOfficeExcel, 2003» и Aqris.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В четвертой главе представлен анализ влияния сроков посева на продуктивность нута в острозасушливом степном Саратовском Заволжье.

Закономерности развития растений нута при различных сроках посева. Различные сроки посева оказали существенное влияние на развитие растений сортов нута Золотой юбилей и Вектор. Особенности прохождения всех основных фенологических фаз нута от полных всходов до созревания на всех вариантах опыта подчинялись одной схеме – от раннего к позднему сроку посева продолжительность фаз сокращалась. Так, продолжительность периода полные всходы-цветение изменялась соответственно от 32 до 26 суток у сорта Золотой юбилей и от 31 до 25 суток у сорта Вектор; продолжительность периода цветение-созревание – соответственно от 50 до 44 суток у сорта Золотой юбилей и от 49 до 44 суток у сорта Вектор в среднем за три года.

Общая продолжительность вегетационного периода по среднемноголетним данным подчинялись аналогичной закономерности – от раннего к позднему сроку посева она сокращалась и составила: у сорта Золотой юбилей – 82 суток при раннем сроке посева; 76 суток – при среднем сроке и 70 суток при позднем сроке посева; у сорта Вектор – соответственно 80; 75 и 69 суток. Эти особенности развития растений, несомненно, сказались на процессе создания урожая.

Влияние сроков посева нута на высоту растений и высоту прикрепления нижнего боба. Данные исследований показали, что высота

растений у изучаемых сортов была различной и уменьшалась от раннего к позднему сроку посева. В период уборки высота растений нута по средним данным за три года составляла: у сорта Золотой юбилей – 31,4 см при раннем сроке посева и снижение до 30,2 см при среднем сроке и до 27,6 см при позднем сроке посева; у сорта Вектор – 30,0 см при раннем сроке посева и снижение до 29,6 см при среднем сроке и до 27,0 см при позднем сроке посева. Как видим, при уменьшении ресурсов используемой растениями доступной влаги от ранних к поздним срокам посева высота растений уменьшалась.

Высота прикрепления нижнего боба уменьшалась от раннего к позднему сроку посева. В период уборки нута высота прикрепления нижнего боба составляла: у сорта Золотой юбилей – 22,2 см при раннем сроке посева и снижение до 21,0 см при среднем сроке и до 19,3 см при позднем сроке посева; у сорта Вектор – 20,5 см при раннем сроке посева и снижение до 20,4 см при среднем сроке посева и до 18,3 см при позднем сроке посева.

Формирование и работа ассимиляционного аппарата. У обоих изучаемых сортов нута отмечается общая закономерность в формировании максимальной площади листового аппарата к периоду конца цветения-начала образования бобов с сокращением ее к концу вегетации за счет отмирания и усыхания части листьев нижнего яруса. Наибольшую листовую поверхность формировал сорт нута Вектор при раннем сроке посева – 22,5 тыс. м²/га в фазу начала образования бобов. У сорта Золотой юбилей наибольшая листовая поверхность отмечена также в фазу начала образования бобов при раннем сроке посева – 21,3 тыс. м²/га. На вариантах среднего срока посева площадь листьев уменьшилась до 18,6 тыс. м²/га у сорта Вектор и до 17,1 тыс. м²/га у сорта Золотой юбилей; на вариантах позднего срока посева еще больше - до 13,1 тыс. м²/га у сорта Вектор и до 11,9 тыс. м²/га у сорта Золотой юбилей.

Аналогичная закономерность наблюдалась и в отношении фотосинтетического потенциала (ФП): максимальный показатель у обоих сортов формировался при раннем сроке посева: у сорта Вектор – 900 тыс. м²*сутки/га; у сорта Золотой юбилей – 874 тыс. м²*сутки/га.

В целом установлено что наилучшее использование солнечного света растениями в процессе фотосинтеза отмечается у обоих сортов нута при раннем сроке посева, при этом, чистая продуктивность фотосинтеза, рассчитанная на весь период вегетации, была наибольшей у сорта Золотой юбилей – 3,39 г/м²*сутки. У сорта Вектор на аналогичном варианте также был наивысший показатель ЧПФ – 3,31 г/м²*сутки в среднем за три года исследований.

Динамика накопления биомассы. Выявлены различия в накоплении сухой и сырой биомассы по изучаемым срокам посева нута. Наибольшую величину сухой биомассы оба сорта формировали на вариантах раннего срока посева: сорт Золотой юбилей – 3,14 т/га; сорт Вектор – 3,13 т/га в среднем за три года. На вариантах среднего срока посева величина сухой биомассы уменьшилась до 2,10 т/га у сорта Золотой юбилей и до 2,12 т/га у сорта Вектор. На вариантах позднего срока посева сухая биомасса снижалась до 1,09 т/га у сорта Золотой юбилей и до 1,00 т/га у сорта Вектор в среднем за три года.

Структура и величина биологической урожайности сортов нута при разных сроках посева. Детальный анализ структуры урожая позволил выявить заметные особенности влияния сроков посева (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние сроков посева на структуру и элементы продуктивности у изучаемых сортов нута (среднее за 2013-2015 гг.)

Сорт (А)	Срок посева (В)	Количество растений на 1 м ² перед уборкой, шт.	Количество бобов на 1 растении, шт.	Количество зерен с 1 растения, шт.	Масса зерна с 1 растения, г	Масса 1000 зерен, г
Золотой юбилей	Ранний	48,7	9,9	10,3	2,49	244,3
	Средний	43,5	7,8	7,5	1,84	244,1
	Поздний	40,9	4,8	4,3	1,25	241,1
Вектор	Ранний	48,1	9,6	9,5	2,46	258,8
	Средний	41,9	7,0	7,0	1,79	255,4
	Поздний	39,1	4,9	3,8	0,96	250,3
Fф (А)		1,25	0,61	0,67	0,35	36,55*
Fф (В)		18,41*	49,91*	21,80*	14,47*	3,22*
Fф (А+В)		0,10	0,40	0,02	0,16	0,63
НСР ₀₅ (А)		-	-	-	-	4,2
НСР ₀₅ (В)		3,1	1,0	1,9	0,5	-

Выживаемость растений к моменту уборки у изучаемых сортов примерно равная, но она снижалась по срокам посева – при раннем сроке у сорта Золотой юбилей – 48,7 шт./м²; у сорта Вектор – 48,1 шт./м² в среднем за три года. На вариантах среднего срока посева густота уменьшилась до 43,5 шт./м² у сорта Золотой юбилей и до 41,9 шт./м² у сорта Вектор; на вариантах позднего срока посева густота снижалась еще больше - до 40,9 шт./м² у сорта Золотой юбилей и до 39,1 шт./м² у сорта Вектор в среднем за три года.

Наибольшее количество бобов и зерен на 1 растении сформировалось у сорта Золотой юбилей при раннем сроке посева – соответственно 9,9 бобов и 10,3 зерен. Сорт Золотой юбилей имел самую высокую озерненность боба – более 1 зерна, т.е. много бобов имели по 2 зерна, тогда как у сорта Вектор озерненность была близка к 1,0 - соответственно 9,6 бобов и 9,5 зерен в среднем за три года исследований. Опыты показали, что на озерненность бобов нута большое влияние оказывают погодные условия периода цветения и созревания. Этот показатель сильно снижался в острозасушливом 2015 году, когда отмечалось большое число пустозерных бобов.

По массе 1000 зерен сорта явно разделились. У сорта Вектор более крупные семена, чем у сорта Золотой юбилей – соответственно 241,1-244,3 против 250,3-258,8 г в среднем за три года.

Результаты сравнительной оценки урожайности в условиях Саратовского Заволжья показали явное превосходство применения раннего срока посева нута. На данном варианте в среднем за три года получена самая высокая урожайность зерна у изучаемых сортов Золотой юбилей и Вектор - соответственно 1,19 и 1,14 т/га (таблица 2).

Таблица 2– Влияние изучаемых сроков посева на продуктивность сортов нута

Сорт	Срок посева	Урожайность зерна, т/га				Снижение урожайности по срокам посева	
		2013 г	2014 г	2015 г	Среднее за 3 года	т/га	%
Золотой юбилей	Ранний	1,11	1,75	0,71	1,19	-	-
	Средний	0,66	1,14	0,45	0,75	-0,44	-37,0
	Поздний	0,41	0,45	0,23	0,36	-0,83	-69,8
Вектор	Ранний	1,02	1,59	0,81	1,14	-	-
	Средний	0,74	1,03	0,36	0,71	-0,43	-37,7
	Поздний	0,36	0,43	0,15	0,31	-0,83	-72,8
Фф (А)		2,68	38,30*	4,29	0,34		
Фф (В)		709,92*	2159,17*	872,79*	35,8*		
Фф (А+В)		11,95*	7,04*	28,88*	8,2*		
НСР ₀₅ (А)		-	0,03	-	-		
НСР ₀₅ (В)		0,04	0,04	0,03	0,03		
НСР ₀₅ (А+В)		0,05	0,05	0,04	0,05		

Необходимо отметить, что новые сорта Золотой юбилей и Вектор при раннем посеве не только формируют наивысший урожай зерна, но и имеют высокий выход хозяйственно-ценного урожая ($K_{хоз} = 40\%$), что подчеркивает их высокую адаптацию к условиям нашей острозасушливой зоны.

На среднем и позднем сроках посева ускоренное прохождение фенологических фаз, уменьшение площади листьев и сухой биомассы, ухудшение элементов структуры урожая непосредственно повлияло на урожайность зерна у обоих изучаемых сортов нута. По данным опыта на вариантах среднего срока посева урожайность зерна нута заметно уменьшилась – до 0,75 т/га у сорта Золотой юбилей (снижение на 37%) и до 0,71 т/га у сорта Вектор (снижение на 37,7%) в среднем за три года. На вариантах позднего срока посева снижение урожайности зерна нута было катастрофическим – до 0,36 т/га у сорта Золотой юбилей (снижение на 69,8%) и до 0,31 т/га у сорта Вектор (снижение на 72,8%).

Влияние сроков посева на содержание белка в зерне изучаемых сортов нута. Результаты исследований показали, что содержание белка в зерне у изучаемых сортов различается: 22,7-24,0% у сорта Золотой юбилей и 26,2-26,2% у сорта Вектор в среднем за три года исследований, т.е. у сорта Вектор белковистость зерна на 2,0-2,2% выше, чем у сорта Золотой юбилей.

Заметное влияние на содержание белка в зерне оказали сроки посева. Наибольшее содержание белка в зерне обоих изучаемых сортов отмечено на вариантах раннего срока посева: у сорта Золотой юбилей – 24,0%; у сорта Вектор – 26,2% в среднем за три года.

В пятой главе представлен анализ влияния нормы высева на продуктивность нута в острозасушливом степном Саратовском Заволжье.

Особенности развития растений в посевах сортов нута при разной густоте на единице площади поля. В исследованиях установлено, что вегетационный период сорта нута Краснокутский 36 по средним данным 2013-2015 гг. колебался от 84 суток при норме высева 0,5 млн. всхожих семян на 1 гектар до 82 суток при норме высева 1,0 млн. всхожих семян на 1 гектар; у сорта Золотой

юбилей – соответственно с 82 до 80 суток и у сорта Вектор – с 80 до 78 суток по средним данным за три года исследований.

Формирование густоты стояния растений в посевах нута при различных нормах высева. В наших исследованиях полевая всхожесть семян у изучаемых сортов нута по средним данным трех лет была достаточно высокой - колебалась от 84,2 до 88,2% (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние нормы высева на полевую всхожесть семян и сохранность растений у изучаемых сортов нута (среднее за 2013-2015 гг.)

Варианты опыта		Количество растений в фазу полных всходов, шт./ м ²	Полевая всхожесть %	Количество растений в фазу уборки урожая, шт./ м ²	Сохранность растений, %
сорт	норма высева, млн. шт./га				
Краснокутский 36	0,5	42,3	84,6	39,7	93,8
	0,6	51,5	85,8	47,6	92,4
	0,7	60,5	86,4	55,8	92,2
	0,8	69,5	86,9	62,9	90,5
	0,9	78,8	87,6	68,2	86,6
	1,0	88,1	88,1	71,5	81,2
Золотой юбилей	0,5	42,6	85,2	39,2	92,0
	0,6	51,6	86,0	47,2	91,5
	0,7	60,4	86,3	54,7	90,6
	0,8	70,0	87,5	61,8	88,3
	0,9	78,9	87,7	66,9	84,8
	1,0	88,2	88,2	70,8	80,3
Вектор	0,5	42,1	84,2	39,0	92,6
	0,6	51,3	85,5	46,8	91,2
	0,7	60,6	86,6	54,1	89,3
	0,8	69,4	86,8	61,1	88,0
	0,9	78,7	87,4	65,9	83,7
	1,0	87,9	87,9	70,3	80,0
Fф (A)		121,4*		5,9*	
Fф (B)		1484,3*		858,4*	
Fф (A+B)		514,5*		0,2	
НСР ₀₅ (A)		0,9		0,8	
НСР ₀₅ (B)		1,3		1,2	
НСР ₀₅ (A+B)		2,3		-	

Наивысшая сохранность растений у изучаемых сортов нута отмечалась при норме высева 0,5 млн. всхожих семян на гектар – 92,0% у сорта Золотой юбилей; 92,6% у сорта Вектор и 93,8% у сорта Краснокутский 36. При этом у сорта Краснокутский 36 высокая сохранность отмечалась при нормах высева 0,5-0,8 млн всхожих семян на гектар – 90,5-93,8%; у сорта Золотой юбилей при нормах высева 0,5-0,7 млн – 90,6-92,0%; у сорта Вектор при нормах высева 0,5-0,6 млн всхожих семян на гектар – 91,2-92,6%. Это объясняется возрастанием мощности развития растений в следующем порядке: Краснокутский 36 – Золотой юбилей – Вектор.

Биометрические показатели посевов нута. В нашем опыте наибольшая листовая поверхность формировалась у изучаемых сортов нута при нормах

высева 0,6-0,8 млн всхожих семян на гектар – 18,2-22,3 тыс. м²/га у сорта Краснокутский 36; 20,7-24,3 тыс. м²/га у сорта Золотой юбилей; 22,6-23,8 тыс. м²/га у сорта Вектор в среднем за три года исследований.

Величина надземной сухой массы у изучаемых сортов нута была наибольшей также при нормах высева 0,6-0,8 млн всхожих семян на гектар – 3,03-3,52 т/га у сорта Краснокутский 36; 3,28-3,59 т/га у сорта Золотой юбилей; 2,94-3,16 т/га у сорта Вектор.

Влияние нормы высева на засоренность агроценозов нута. Засоренность посевов весной в период полных всходов нута при разных нормах высева семян была не высокой и практически одинаковой по всем изучаемым сортам – 2,8-3,2 шт./м² сухой массой 3,5-4,6 г/м².

Дальнейший уровень засоренности посевов нута изменялся под влиянием сочетания морфологических особенностей изучаемых сортов и норм высева семян. К моменту уборки самая высокая засоренность наблюдалась у сорта Краснокутский 36 – 5,6-15,1 сорняка на 1 м² с сухой массой – 5,9-38,2 г/м². На вариантах сорта Золотой юбилей за счет более быстрого развития растений засоренность перед уборкой урожая была ниже – 4,9-13,8 сорняков на 1 м² с сухой надземной массой – 5,2-34,8 г/м². Наименьшие показатели засоренности посевов наблюдались на вариантах сорта Вектор, растения которого отличался наиболее быстрым и мощным развитием – перед уборкой наблюдалось 4,5-12,5 сорняков на 1 м² с сухой надземной массой – 4,8-29,1 г/м².

В исследованиях для каждого сорта нута установлены нормы высева, с которых начинается эффективное биологическое подавление сорняков: у сорта Краснокутский 36 – при применении нормы высева 0,8 млн всхожих семян на гектар и более; у сорта Золотой юбилей при применении нормы высева 0,7 млн всхожих семян на гектар и более; у сорта Вектор – при применении нормы высева 0,5 млн всхожих семян на гектар и более.

Элементы продуктивности в посевах нута при разной густоте растений на единице площади. По числу бобов на одном растении, выделяются разреженные посевы. На вариантах с повышенной густотой стояния растений количество бобов на одном растении заметно уменьшается. Так, в нашем опыте у сорта нута Краснокутский 36 при увеличении нормы высева на рядовых посевах с 0,5 до 1,0 млн. всхожих семян на 1 гектар количество бобов на 1 растений снижалось с 12,2 до 6,1 штук, у сортов Золотой юбилей и Вектор – соответственно с 12,8 до 6,9 и с 11,7 до 4,6 штук (таблица 4).

Количество зерен на 1 растении имеет прямую зависимость с количеством бобов, так как число зерен в бобе – это наименее изменяющийся элемент продуктивности, связанный с генетической природой и не вызывающий такого резкого влияния на урожайность, как число бобов. В большинстве бобов у изучаемых сортов нута содержится 1, реже 2 зерна.

В нашем опыте у сорта нута Краснокутский 36 при увеличении нормы высева на рядовых посевах с 0,5 до 1,0 млн. всхожих семян на 1 гектар, как и число бобов, количество зерен на 1 растении снижалось с 12,3 до 6,0 штук, а у сортов Золотой юбилей и Вектор – соответственно с 12,8 до 6,6 и с 11,2 до 4,4 штук по среднеголетним данным.

Таблица 4 – Влияние нормы высева на элементы продуктивности у изучаемых сортов нута (среднее за 2013-2015 гг.)

Варианты опыта		Количество бобов на 1 растении, шт.	Количество зерен на 1 растении, шт.	Масса зерна с 1 растения, г	Масса 1000 зерен, г
сорт	норма высева семян, млн. шт./га				
Краснокутский 36	0,5	12,2	12,3	2,82	229,0
	0,6	11,2	11,2	2,54	227,4
	0,7	10,1	10,1	2,24	226,2
	0,8	9,6	9,6	2,13	225,0
	0,9	8,4	8,4	1,89	224,1
	1,0	6,1	6,0	1,34	223,7
Золотой юбилей	0,5	12,8	12,8	3,09	241,2
	0,6	11,6	11,6	2,76	238,5
	0,7	11,3	11,3	2,62	235,2
	0,8	8,8	8,8	2,01	231,9
	0,9	6,9	6,6	1,54	231,3
	1,0	5,2	5,0	1,15	230,6
Вектор	0,5	11,7	11,2	2,95	258,1
	0,6	10,9	10,4	2,69	255,0
	0,7	9,0	8,4	2,11	252,7
	0,8	7,5	6,6	1,66	250,8
	0,9	6,1	5,6	1,38	248,5
	1,0	4,6	4,4	1,09	246,0
Fφ (A)		3,7*	1,4	1,1	845,3*
Fφ (B)		26,8*	6,1*	22,0*	30,7*
Fφ (A+B)		0,5	0,4	0,6	1,6
НСР ₀₅ (A)		1,0		-	1,3
НСР ₀₅ (B)		1,4	2,8	0,4	1,8
НСР ₀₅ (A+B)		-	-	-	-

Самая высокая масса зерна с 1 растения получена при возделывании сорта нута Золотой юбилей на варианте применения нормы высева 0,5 млн всхожих семян на гектар – 3,09 грамм. Увеличение нормы высева ведет к заметному снижению семенной продуктивности одного растения.

Масса 1000 зерен – устойчивый сортовой признак, но несколько изменялся по нормам высева. Так, у сорта нута Краснокутский 36 при увеличении нормы высева с 0,5 до 1,0 млн. всхожих семян на 1 гектар масса 1000 зерен снижалась с 229,0 до 223,7 г; у сорта Золотой юбилей – с 241,2 до 230,6 г; у сорта Вектор – с 258,1 до 246,0 г по средним данным за 2013-2015 гг.

Влияние нормы высева на формирование биологической урожайности у разных сортов нута. В исследованиях установлено, что биологическая урожайность посевов повышалась до определенной нормы высева. Так, увеличение урожайности зерна у сорта нута Краснокутский 36 наблюдалось до нормы высева 0,8 млн. всхожих семян на 1 гектар – до 1,32 т/га в среднем за три года (таблица 5). У сорта нута Золотой юбилей повышение урожайности зерна наблюдалось до нормы высева 0,7 млн. всхожих семян на 1 гектар – до 1,43 т/га в среднем за три года. У сорта нута Вектор повышение

урожайности зерна наблюдалось до нормы высева 0,6 млн. всхожих семян на 1 гектар – до 1,26 т/га в среднем за три года исследований.

Таблица 5 – Влияние нормы высева на урожайность зерна у изучаемых сортов нута

Варианты опыта		Урожайность, т/га			
Сорт (А)	норма высева семян, млн. шт./га (В)	2013 год	2014 год	2015 год	Среднее за 3 года
Краснокутский 36	0,5	0,80	1,86	0,60	1,09
	0,6	0,92	1,95	0,69	1,19
	0,7	1,00	1,92	0,84	1,25
	0,8	1,10	2,05	0,82	1,32
	0,9	1,08	1,98	0,81	1,29
	1,0	0,74	1,43	0,70	0,96
Золотой юбилей	0,5	0,89	2,07	0,67	1,21
	0,6	0,96	2,20	0,73	1,30
	0,7	1,21	2,33	0,74	1,43
	0,8	1,05	1,89	0,72	1,22
	0,9	0,80	1,67	0,62	1,03
	1,0	0,59	1,29	0,55	0,81
Вектор	0,5	0,85	1,91	0,68	1,15
	0,6	0,91	2,16	0,72	1,26
	0,7	0,87	1,88	0,67	1,14
	0,8	0,91	1,60	0,55	1,02
	0,9	0,73	1,47	0,54	0,91
	1,0	0,51	1,26	0,52	0,76
Fφ (А)		229,2*	96,4*	166,7*	5,8*
Fφ (В)		376,7*	372,9*	62,4*	12,0*
Fφ (А+В)		46,7*	48,6*	40,4*	6,3*
НСР ₀₅ (А)		0,02	0,03	0,01	0,02
НСР ₀₅ (В)		0,03	0,04	0,02	0,04
НСР ₀₅ (А+В)		0,04	0,07	0,03	0,05

Эффективность использования влаги посевами нута. Анализ проведенных нами наблюдений за потреблением влаги посевами нута показал, что главную роль в обеспечении растений водой играет почвенная влага – 60-65% суммарного водопотребления. Доля атмосферных осадков в общем водном балансе в среднем за 2013-2015 гг. составили 35-40%.

Суммарное водопотребление нута по вариантам опыта составляло 1275-1545 м³/га, причем оно увеличивалось с повышением нормы высева. Однако расход влаги на формирование урожая зерна имел другую закономерность. В среднем за три года наименьшие коэффициенты водопотребления были отмечены: у сорта нута Краснокутский 36 при посеве нормой 0,8 млн. всхожих зерен на 1 гектар – 1061 м³/т; у сорта нута Золотой юбилей при посеве нормой 0,7 млн. всхожих зерен на 1 гектар – 949 м³/т.; у сорта нута Вектор при посеве нормой 0,6 млн. всхожих зерен на 1 гектар – 1060 м³/т. Таким образом, наиболее экономно в степной зоне Саратовского Заволжья при применении рядового способа посева расходовал доступную влагу сорт нута Золотой юбилей, высеянный нормой 0,7 млн. всхожих зерен на 1 гектар .

В шестой главе приведены результаты эффективности обработки семян нута ризоторфином в комплексе с применением минеральных удобрений в засушливой степной зоне Саратовского Заволжья.

Закономерности формирования симбиотического аппарата на корнях нута. Применение ризоторфина в нашем опыте оказало большое влияние на процесс симбиотической азотфиксации нута. В результате исследований было установлено, что на первом варианте без применения удобрений и обработки семян ризоторфином (контроль), а также на третьем, пятом, седьмом и девятом вариантах, где также без ризоторфина применялись минеральные фосфорные или азотно-фосфорные удобрения, максимальное количество клубеньков сформировалось уже в фазу бутонизации нута, а на остальных вариантах – в фазу цветения. Масса сухих клубеньков увеличивается до цветения, особенно на вариантах с применением удобрений и ризоторфина.

В среднем за три года наилучшим оказался шестой вариант опыта, где ризоторфин применялся на фоне дозы минеральных удобрений $N_{20}P_{30}$ – на корнях одного растения нута в фазу цветения сформировалось 33,8 клубеньков общей массой 140,7 грамм, тогда как на контроле было 17,3 клубеньков со значительно меньшей массой - 68,5 грамма.

Динамика питательного режима посевов нута. В течение вегетации нута режим азотного питания по вариантам опыта складывался различно. Хуже всего азотный режим складывался без применения удобрений на контрольном варианте (вариант 1): небольшое снижение с 12,2 мг/кг нитратного азота в пахотном горизонте почвы во время всходов до 12,0 мг/кг в бутонизацию, а затем значительное снижение до 11,0 мг/кг в фазу цветения и до 8,4 мг/кг в период окончания созревания, т.е. прослеживалось заметное ухудшение питательного режима почвы. Наиболее благоприятный режим азотного питания наблюдался на шестом варианте опыта - $N_{20}P_{30}$ + обработка семян ризоторфином: 15,5 мг/кг нитратного азота в фазу всходов; 16,0 мг/кг – в бутонизацию; 15,6 мг/кг – в цветение и 12,4 мг/кг – в созревание. На этом варианте отмечалось самое равномерное поступление минерального и биологического азота в почву и его использование растениями нута.

Содержание подвижного фосфора в пахотном горизонте опытного участка в начальный период на вариантах с внесением минеральных фосфорных удобрений было выше – 20,9-22,8 мг/кг против 17,5 мг/кг на контроле и 17,6 мг/кг на варианте применения ризоторфина. И затем в течение вегетации нута фосфорный режим пахотного горизонта почвы на удобренных вариантах складывался также более благоприятно: 18,0-19,1 мг/кг против 17,5 мг/кг на контроле и 17,6 мг/кг на варианте применения ризоторфина.

Влияние ризоторфина и минеральных удобрений на фотосинтетическую деятельность растений в посевах нута. Наименьшая площадь листовой поверхности в посевах нута сформировалась на варианте без использования ризоторфина и внесения минеральных азотно-фосфорных удобрений (контрольный вариант) – 21,6 тыс. м²/га в среднем за три года исследований (таблица 6).

Таблица 6 – Фотосинтетическая деятельность нута в зависимости от применения ризоторфина и минеральных удобрений (среднее за 2013-2015 гг.)

Варианты опыта	Максимальная площадь листьев в фазу начала образования бобов, тыс. м ² /га	Фотосинтетический потенциал, тыс. м ² *сутки/га	Сухая надземная биомасса, т/га	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м ² *сутки
Контроль – без удобрений	21,6	886	3,21	3,62
Обработка семян ризоторфином	24,2	992	3,70	3,73
Р ₃₀	25,3	1037	3,92	3,78
Р ₃₀ + обработка семян ризоторфином	26,5	1086	4,13	3,80
Н ₂₀ Р ₃₀	27,0	1121	4,33	3,86
Н ₂₀ Р ₃₀ + обработка семян ризоторфином	27,4	1137	4,65	4,09
Р ₄₅	26,2	1087	4,05	3,73
Р ₄₅ + обработка семян ризоторфином	26,9	1119	4,20	3,77
Н ₃₀ Р ₄₅	28,8	1225	4,35	3,55
Н ₃₀ Р ₄₅ + обработка семян ризоторфином	29,6	1259	4,48	3,56
Фф	45,93*	37,09*	40,25*	37,79*
НСР ₀₅	1,0	52	0,2	0,08

На вариантах с обработкой семян нута ризоторфином и применением минеральных азотно-фосфорных удобрений площадь листьев возрастала до 24,2-29,6 тыс. м² /га или на 12-37%. Наибольшая величина листовой поверхности отмечалась на десятом варианте с комплексным фоном Н₃₀Р₄₅ + обработка семян ризоторфином - 24,0 тыс. м²/га.

Фотосинтетический потенциал посевов сорта нута Золотой юбилей также увеличивался с 886 тыс. м²*сутки/га на контрольном варианте без обработки семян ризоторфином и внесении минеральных удобрений, до 1 млн. 259 тыс. м²*сутки/га на варианте Н₃₀Р₄₅ + обработка семян ризоторфином, то есть показатель увеличился на 42,1%.

Результаты исследований показывают, что обработка семян нута ризоторфином и применение минеральных азотно-фосфорных удобрений стимулировало и чистую продуктивность фотосинтеза, которая увеличивалась с 3,62 г/м²*сутки на контрольном варианте до 3,55-4,09 г/м²*сутки на вариантах применения ризоторфина отдельно, а также в сочетании с различными дозами азотно-фосфорных удобрений. Наибольшая величина показателя чистой продуктивности фотосинтеза получена на шестом варианте с комплексным фоном Н₂₀Р₃₀ + обработка семян ризоторфином - 4,09 г/м²*сутки.

Лучшие показатели фотосинтетической деятельности растений в посевах нута на варианте Н₂₀Р₃₀ + обработка семян ризоторфином обеспечили формирование на данном варианте наибольшей величины сухой надземной биомассы – 4,65 т/га в среднем за три года.

Влияние ризоторфина и минеральных удобрений на элементы продуктивности и урожайность нута. Внесение минеральных азотно-фосфорных удобрений и применение ризоторфина оказало некоторое положительное влияние на густоту посевов нута. Так, если на контроле число растений перед уборкой в среднем за три года составляло 56,5 шт./м² (100%), то на варианте посева семян обработанных ризоторфином – 58,1 шт./м² (102,8%); на варианте применения дозы удобрений P₃₀ – 60,6 шт./м² (107,3%); на варианте P₃₀ + ризоторфин – 61,4 шт./м² (прибавка 108,7%); на варианте N₂₀P₃₀ – 62,6 шт./м² (прибавка 110,8%); на варианте N₂₀P₃₀ + ризоторфин – 63,1 шт./м² (прибавка 111,7%); на варианте дозы P₄₅ – 61,7 шт./м² (109,2%); на варианте P₄₅ + ризоторфин – 62,2 шт./м² (прибавка 110,1%); на варианте N₃₀P₄₅ – 61,0 шт./м² (прибавка 108,0%); на варианте N₃₀P₄₅ + ризоторфин – 61,5 шт./м² (прибавка 108,9%).

Также выявлено, что внесение минеральных азотно-фосфорных удобрений и применение ризоторфина для предпосевной обработки семян оказало заметное положительное влияние на формирование продуктивности отдельных растений. Так, если на контроле масса зерна на одном растении нута в среднем за три года составляла 2,12 г (100%), то на варианте посева семян обработанных ризоторфином – 2,32 г (109,4%); на варианте применения дозы удобрений P₃₀ – 2,33 г (109,9%); на варианте P₃₀ + ризоторфин – 2,47 г (прибавка 116,5%); на варианте применения дозы удобрений N₂₀P₃₀ – 2,48 г (прибавка 117,0%); на варианте N₂₀P₃₀ + ризоторфин – 2,66 г (прибавка 125,5%); на варианте применения дозы удобрений P₄₅ – 2,30 г (прибавка 108,5%); на варианте P₄₅ + ризоторфин – 2,50 г (прибавка 117,9%); на варианте применения дозы удобрений в дозе N₃₀P₄₅ – 2,38 г (прибавка 112,3%); на варианте N₃₀P₄₅ + ризоторфин – 2,49 г (прибавка 117,5%). То есть, наилучшее влияние на продуктивность отдельных растений нута оказало применение ризоторфина на фоне внесения до посева минеральных удобрений в дозе N₂₀P₃₀.

При выращивании сорта нута Золотой юбилей на каштановых почвах Саратовского Заволжья установлена высокая эффективность обработки семян ризоторфином – прибавка урожайности зерна по сравнению с контролем составила 0,15 т/га или 12,5% (таблица 7).

Высокая эффективность обработки семян ризоторфином в данной зоне объясняется тем, что она является острозасушливым регионом выращивания нута в Саратовской области, в связи с чем, при недостатке влаги в почве развивается мало спонтанных специфичных клубеньковых бактерий. Внесение минеральных удобрений P₃₀ дает прибавку по сравнению с контролем 0,21 т/га (17,5%); N₂₀P₃₀ – 0,35 т/га (29,2%); N₃₀P₄₅ – 0,25 т/га (20,8%).

В опыте выявлена отзывчивость нута в засушливой степной зоне на «стартовые» дозы азотных удобрений, что объясняется слабой обеспеченностью каштановых почвах нитратным азотом. Весенний азот необходим потому, что в первые фазы роста и развития растений нута почва холодная и клубеньковые бактерии долго не развиваются. При медленном развитии корневой системы для удовлетворения начальных потребностей нута в азоте и следует вносить небольшие дозы азотных удобрений. С повышением температуры верхнего слоя почвы клубеньковые бактерии начинают усиленно

размножаться, на корнях образуются клубеньки, наблюдается активная фиксация атмосферного азота и обеспечение им растений.

Таблица 7 – Влияние ризоторфина и минеральных удобрений на урожайность нута по годам исследований и выход хозяйственно ценной части урожая

Варианты опыта	Урожайность, т/га				Доля зерна в биомассе (Кхоз), %
	2013 г	2014 г	2015 г	Среднее	
Контроль – без удобрений	1,19	1,64	0,78	1,20	37,4
Обработка семян ризоторфином	1,27	1,96	0,81	1,35	36,5
Р ₃₀	1,33	1,99	0,92	1,41	36,0
Р ₃₀ + обработка семян ризоторфином	1,42	2,16	0,98	1,52	36,8
Н ₂₀ Р ₃₀	1,49	2,25	0,91	1,55	35,8
Н ₂₀ Р ₃₀ + обработка семян ризоторфином	1,60	2,44	1,01	1,68	36,2
Р ₄₅	1,35	1,97	0,95	1,42	35,1
Р ₄₅ + обработка семян ризоторфином	1,44	2,25	0,99	1,56	37,1
Н ₃₀ Р ₄₅	1,38	2,12	0,85	1,45	33,3
Н ₃₀ Р ₄₅ + обработка семян ризоторфином	1,49	2,16	0,94	1,53	34,1
Фф	46,6*	53,8*	41,2*	20,4*	
НСР ₀₅	0,05	0,08	0,04	0,10	

Данные исследований показывают, что «стартовая» доза азота не должна превышать 20 кг. действующего вещества на 1 гектар. Такое количество полностью расходуется на ростовые процессы в первые недели вегетации до начала активного развития клубеньков. В этих условиях наилучшим образом проявила себя обработка семян нута ризоторфином. На варианте Н₂₀Р₃₀ + ризоторфин была получена наибольшая урожайность зерна нута – 1,66 т/га или 138,3% по отношению к контрольному варианту.

Применение начальной дозы азота N₃₀ приводило к одновременному прохождению двух неблагоприятных процессов: подавлению симбиотической азотфиксации нута и стимулированию излишнего вегетативного роста в ущерб формирования урожая зерна. Излишний вегетативный рост на девятом и десятом вариантах с внесением N₃₀ подтверждается низким выходом зерна в надземной биомассе, как хозяйственно ценной части урожая (Кхоз) – 33,3-34,1% или на 2,9-11,0% ниже, чем на других вариантах опыта.

Особенности накопления белка в зерне нута на различных фонах минерального питания. Применение ризоторфина и минеральных удобрений оказывает большое влияние на содержание белка в зерне нута (таблица 8). Так, если на контроле содержание белка в зерне составляло 23,8%, то на варианте посева семян обработанных ризоторфином – 24,7% (прибавка 0,9%); на варианте Р₃₀ – 24,1% (прибавка 0,3%); на варианте Р₃₀ + ризоторфин – 25,0% (прибавка 1,2%); на варианте Н₂₀Р₃₀ – 25,2% (прибавка 1,4%); на варианте Н₂₀Р₃₀ + ризоторфин – 25,6% (прибавка 1,8%).

Таблица 8 – Влияние ризоторфина и минеральных удобрений на содержание белка в зерне сорта нута Золотой юбилей

Варианты опыта	Содержание белка в зерне, %				Прибавка к контролю, %
	2013 г	2014 г	2015 г	Среднее	
Контроль – без удобрений	23,9	22,9	24,6	23,8	-
Обработка семян ризоторфином	24,6	23,5	25,9	24,7	0,9
Р ₃₀	24,3	23,1	24,8	24,1	0,3
Р ₃₀ + обработка семян ризоторфином	25,0	24,2	25,8	25,0	1,2
Н ₂₀ Р ₃₀	25,1	24,4	26,2	25,2	1,4
Н ₂₀ Р ₃₀ + обработка семян ризоторфином	25,7	24,7	26,5	25,6	1,8
Р ₄₅	24,2	23,1	25,3	24,2	0,4
Р ₄₅ + обработка семян ризоторфином	25,2	24,4	25,7	25,1	1,3
Н ₃₀ Р ₄₅	25,6	24,8	26,3	25,5	1,7
Н ₃₀ Р ₄₅ + обработка семян ризоторфином	25,3	24,9	26,1	25,4	1,6
Фф				2,9*	
НСР ₀₅				1,0	

В седьмой главе приведены результаты эффективности обработки семян нута ризоторфином в комплексе с применением минеральных удобрений в засушливой степной зоне Саратовского Заволжья.

Биоэнергетическая оценка. Наилучшие в исследованиях биоэнергетические показатели получены в третьем опыте с регулированием питательного режима на варианте Н₂₀Р₃₀ + обработка семян ризоторфином: максимальное содержание совокупной энергии в выращенном урожае – 74,14 ГДж/га, наибольшее приращение энергии – 57,48 ГДж/га и наивысший из всех трех опытов коэффициент энергетической эффективности – 3,45.

Экономическая эффективность. По экономическим показателям наиболее выгодным в условиях Саратовского Заволжья является выращивание крупнозерного сорта нута Вектор с применением рядового способа посева нормой высева 0,6 млн. всхожих семян на 1 гектар – при урожайности на данном варианте 1,26 т/га получены самые высокие финансовые показатели: наибольший условно чистый доход – 13,36 тыс. рублей с 1 гектара и максимальный в исследованиях уровень рентабельности – 241%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Продолжительность вегетационного периода нута сокращалась от раннего к позднему сроку посева: у сорта Золотой юбилей – 82 суток при раннем сроке посева; 76 суток – при среднем сроке и 70 суток при позднем сроке посева: у сорта Вектор – соответственно 80; 75 и 69 суток.

Высота растений была различной и уменьшалась от раннего к позднему сроку посева: у сорта Золотой юбилей – 31,4 см при раннем сроке посева и

снижение до 30,2 см при среднем сроке и до 27,6 см при позднем сроке посева; у сорта Вектор – 30,0 см при раннем сроке посева и снижение до 29,6 см при среднем сроке и до 27,0 см при позднем посеве.

Высота прикрепления нижнего боба у изучаемых сортов также была различной и уменьшалась от раннего к позднему сроку посева: у сорта Золотой юбилей – 22,2 см при раннем сроке посева и снижение до 21,0 см при среднем сроке и до 19,3 см при позднем сроке посева; у сорта Вектор – 20,5 см при раннем сроке посева и снижение до 20,4 см при среднем сроке посева и до 18,3 см при позднем сроке посева.

Наибольшую листовую поверхность в условиях Саратовского Заволжья формировал сорт нута Вектор при раннем сроке посева – 22,5 тыс. м²/га в фазу начала образования бобов. У сорта нута Золотой юбилей наибольшая площадь листьев отмечена также в фазу начала образования бобов при раннем сроке посева – 21,3 тыс. м²/га. На вариантах среднего срока посева площадь листьев уменьшилась до 18,6 тыс. м²/га у сорта Вектор и до 17,1 тыс. м²/га у сорта Золотой юбилей; на вариантах позднего срока посева еще больше - до 13,1 тыс. м²/га у сорта Вектор и до 11,9 тыс. м²/га у сорта Золотой юбилей.

Наилучшее использование солнечного света растениями в процессе фотосинтеза отмечается у обоих сортов нута при раннем сроке посева. При этом, чистая продуктивность фотосинтеза, рассчитанная за весь период вегетации, у была наибольшей у сорта Золотой юбилей – 3,39 г/м²* сутки. У сорта Вектор на аналогичном варианте также был наивысший показатель ЧПФ – 3,31 г/м²* сутки в среднем за три года исследований.

Наибольшую величину сырой биомассы в условиях Саратовского Левобережья оба сорта формировали в фазу налива семян на вариантах раннего срока посева: сорт Золотой юбилей – 5,22 т/га; сорт Вектор – 5,20 т/га. Наибольшую величину сухой биомассы в условиях Саратовского Левобережья оба сорта формировали в фазу налива семян на вариантах раннего срока посева: сорт Золотой юбилей – 3,14 т/га; сорт Вектор – 3,13 т/га в среднем за три года.

Оценка урожайности в условиях Саратовского Заволжья показала превосходство применения раннего срока посева нута. На данном варианте получена самая высокая урожайность изучаемых сортов Золотой юбилей и Вектор – соответственно 1,19 и 1,14 т/га в среднем за три года.

Содержание белка в зерне у изучаемых сортов значительно различается: 22,7-24,0% у сорта Золотой юбилей и 26,2-26,2% у сорта Вектор в среднем за три года исследований, т.е. у сорта Вектор белковистость зерна на 2,0-2,2% выше, чем у сорта Золотой юбилей. Заметное влияние на содержание белка в зерне оказали сроки посева. Наибольшее содержание белка в зерне обоих изучаемых сортов отмечено на вариантах раннего срока посева: у сорта Золотой юбилей – 24,0%; у сорта Вектор – 26,2% в среднем за три года.

Наивысшая сохранность растений у всех изучаемых сортов нута отмечалась при норме высева 0,5 млн. всхожих семян на гектар – 92,0% у сорта Золотой юбилей; 92,6% у сорта Вектор и 93,8% у сорта Краснокутский 36. Вследствие более густого расположения растений в рядках и тем самым усиления конкуренции, сохранность заметно снижалась при повышении норм высева.

Для каждого сорта установлены варианты норм высева, с которых начинается эффективное биологическое подавление сорняков: у сорта Краснокутский 36 – при применении нормы высева 0,8 млн всхожих семян на гектар и более; у сорта Золотой юбилей при применении нормы высева 0,7 млн всхожих семян на гектар и более; у сорта Вектор – при применении нормы высева 0,5 млн всхожих семян на гектар и более.

При рядовом посеве увеличение урожайности зерна у сорта нута Краснокутский 36 наблюдалось до нормы высева 0,8 млн. всхожих семян на 1 гектар – до 1,32 т/га. У сорта нута Золотой юбилей повышение урожайности зерна наблюдалось до нормы высева 0,7 млн. всхожих семян на 1 гектар – до 1,43 т/га. У сорта нута Вектор повышение урожайности зерна наблюдалось до нормы высева 0,6 млн. всхожих семян на 1 гектар – до 1,26 т/га.

Наименьшие коэффициенты водопотребления отмечены: у сорта Краснокутский 36 при посеве нормой 0,8 млн. всхожих зерен на 1 гектар – 1061 м³/т; у сорта нута Золотой юбилей при рядовом посеве нормой 0,7 млн. всхожих зерен на 1 гектар – 949 м³/т; у сорта нута Вектор при посеве нормой 0,6 млн. всхожих зерен на 1 гектар – 1060 м³/т.

На каштановых почвах степной зоны Саратовского Заволжья для повышения симбиотической азотфиксации нута необходимо совместное применение ризоторфина для предпосевной обработки семян и внесение до посева минеральных удобрений в дозе N₂₀P₃₀ – на данном фоне на корнях одного растения нута в фазу цветения сформировалось наибольшее количество и наивысшая масса клубеньков – соответственно 33,8 шт. и 140,7 г.

Наиболее благоприятный режим азотного питания наблюдался на шестом варианте опыта - N₂₀P₃₀ + обработка семян ризоторфином. На этом варианте отмечалось самое равномерное поступление минерального и биологического азота в почву и его использование растениями нута.

Фотосинтетический потенциал посевов сорта нута Золотой юбилей также увеличивался с 886 тыс. м²* сутки/га на контрольном варианте без обработки семян ризоторфином и внесении минеральных удобрений, до 1 млн. 259 тыс. м²* сутки/га на варианте N₃₀P₄₅ + обработка семян ризоторфином, то есть показатель увеличился на 42,1%. Наибольшая величина показателя чистой продуктивности фотосинтеза получена на шестом варианте с комплексным фоном N₂₀P₃₀ + обработка семян ризоторфином - 4,12 г/м²* сутки.

В исследованиях установлено, что внесение минеральных азотно-фосфорных удобрений и применение ризоторфина для обработки семян оказало положительное влияние на густоту посевов нута. Так, если на контроле число растений перед уборкой в среднем за три года составляло 56,5 шт./м² (100%), то на лучшем варианте N₂₀P₃₀ + обработка семян ризоторфином густота растений возросла до 63,1 шт./м² (прибавка 111,7%)

Внесение минеральных удобрений и применение ризоторфина для обработки семян оказало заметное положительное влияние на формирование продуктивности отдельных растений. Так, если на контроле масса зерна на одном растении нута составляла 2,12 г (100%), то на лучшем варианте N₂₀P₃₀ + обработка семян ризоторфином – 2,66 г (прибавка 125,5%).

Данные исследований показывают, что «стартовая» доза азота не должна превышать 20 кг. действующего вещества на 1 гектар. Такое количество полностью расходуется на ростовые процессы в первые 2-3 недели вегетации до начала активного развития клубеньков. В этих условиях наилучшим образом проявила себя обработка семян нута ризоторфином. На варианте $N_{20}P_{30}$ + обработка семян ризоторфином была получена наибольшая урожайность зерна нута – 1,66 т/га или 138,3% по отношению к контрольному варианту.

Применение начальной дозы азота N_{30} приводило к одновременному прохождению двух неблагоприятных процессов: подавлению симбиотической азотфиксации нута и стимулированию излишнего вегетативного роста в ущерб формирования урожая зерна.

Наивысшее содержание белка в зерне нута получено на варианте $N_{20}P_{30}$ + обработка семян ризоторфином – 25,6% или на 1,8% больше контроля.

Наилучшие биоэнергетические показатели получены в опыте с регулированием питательного режима на варианте $N_{20}P_{30}$ + обработка семян ризоторфином: максимальное содержание совокупной энергии в урожае – 74,14 ГДж/га, наибольшее приращение энергии – 57,48 ГДж/га и наивысший из всех трех опытов коэффициент энергетической эффективности – 3,45.

По экономическим показателям наиболее выгодным в условиях Саратовского Левобережья является выращивание крупнозерного сорта нута Вектор с применением рядового способа посева нормой высева 0,6 млн. всхожих семян на 1 гектар – при урожайности 1,26 т/га получены самые высокие финансовые показатели: наибольший условно чистый доход – 13,36 тыс. рублей с 1 гектара и максимальный уровень рентабельности – 241%.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Для повышения урожайности и улучшения показателей качества зерна нута при выращивании на каштановых почвах степной зоны Саратовского Заволжья рекомендуется:

- расширять площади посева сортов Золотой юбилей и Вектор;
- применять в качестве допосевного внесения минеральные удобрения в дозе $N_{20}P_{30}$;
- проводить предпосевную обработку семян ризоторфином;
- использовать ранний срок посева – в первые 5-7 дней после начала сева яровых ранних культур (ячменя, яровой пшеницы);
- при применении рядового способа посева высевать сорт Краснокутский 36 нормой 0,8 млн. всхожих семян на 1 гектар; сорт Золотой юбилей нормой 0,7 млн. всхожих семян на 1 гектар; сорт Вектор нормой 0,6 млн. всхожих семян на 1 гектар.

Перспективы дальнейшей разработки темы

Перспективы дальнейшей разработки темы заключаются в изучении основных факторов активизации симбиотического питания нута и использования этого ресурса для возмещения дефицита азота в каштановых почвах.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. **Таспаев, Н.С.** Влияние сроков посева на продуктивность нута / Н.С. Таспаев, Н.И. Германцева, В.Б. Нарушев, Н.А. Шьюрова // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 12. – С.25-27 (0,8 п.л.; авт. – 0,6 п.л.)
2. Фартуков, С.В. Влияние нормы высева на продуктивность нута в засушливом степном Поволжье / С.В. Фартуков, **Н.С. Таспаев**, Н.И. Германцева, Н.А. Шьюрова, В.Б. Нарушев // Аграрный научный журнал. 2018. №2. – С.42-49 (0,8 п.л.; авт. – 0,4 п.л.).

В прочих изданиях:

3. Германцева, Н.И. Результаты исследований по культуре нута на Краснокутской селекционной опытной станции/ Сб. статей III Межд. научно-практической конференции «Инновационные технологии создания и возделывания сельскохозяйственных растений», посвященной 80-летию Г.С. Посыпанова / Н.И. Германцева, **Н.С. Таспаев**. – Саратов: Изд-во Научная книга, 2016. – С.23-24 (0,3 п.л.; авт. – 0,2 п.л.).
4. **Таспаев, Н.С.** Роль сорта в стабилизации продуктивности нута в Саратовском Левобережье / Н.С. Таспаев, Н.И. Германцева / «Вавиловские чтения – 2016»: Сб. статей Межд. научно-практической конференции – Саратов: Изд-во Амирит, 2016. – С.58-59 (0,3 п.л.; авт. – 0,2 п.л.).
5. **Таспаев, Н.С.** Основы стабилизации продуктивности нута в сухостепном Поволжье / Матер. научно-практ. конф. «Инновационные технологии в растениеводстве и экологии», посвящ. 80-летию профессора А.Т. Фарниева, 21 февраля 2017 года / Н.С. Таспаев, Н.И. Германцева. – Владикавказ, 2017. – С.176-177 (0,4 п.л.; авт. – 0,3 п.л.).
6. **Таспаев, Н.С.** Разработка приемов повышения продуктивности нута в Саратовском Левобережье / Н.С. Таспаев, Н.И. Германцева / «Вавиловские чтения – 2017»: Сб. статей Межд. научно-практической конференции – Саратов: Изд-во Амирит, 2017. – С.413-414 (0,3 п.л.; авт. – 0,2 п.л.).
7. Технология возделывания нута в степном Поволжье: Научно-практические рекомендации // Н.И. Германцева, Н.А. Шьюрова, В.Б. Нарушев, **Н.С. Таспаев**, С.В. Фартуков. – Саратов, 2018 – 32 с. (2,0 п.л.; авт. – 0,8 п.л.)