

На правах рукописи

Фартуков Сергей Владимирович

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ
ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НУТА НА ЧЕРНОЗЕМЕ ЮЖНОМ
САРАТОВСКОГО ПРАВОБЕРЕЖЬЯ**

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»;

Ярцев Геннадий Федорович,
доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет», заведующий кафедрой
«Агротехнологий, ботаники и селекции растений»

Ведущая организация: ФГБОУ ВО Самарская ГСХА

Защита состоится «28» декабря 2018 года в 10 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. Значение зернобобовых культур в мировом земледелии огромно и разнообразно. Зерно этих культур, отличающееся высоким содержанием ценного по аминокислотному составу и усвояемости белка, является незаменимым продуктом в питании человека и основой сбалансированных концентрированных кормов для сельскохозяйственных животных. За счет азотофиксации бобовые культуры обогащают почву биологическим азотом, что позволяет снизить внесение дорогостоящих минеральных азотных удобрений в полевых севооборотах.

Среди зернобобовых культур важнейшее место занимает нут, отличающийся высокой адаптивностью, засухоустойчивостью, устойчивым семеноводством, сравнительно простой технологичностью возделывания и уборки урожая. В нашей стране нут широко возделывается в засушливых степных районах юга России, Среднего и Нижнего Поволжья, Западной Сибири. В Саратовской области его посевы составляют 150-200 тыс. га. Нут отличается стабильной продуктивностью и может даже в самые острозасушливые годы при хорошей агротехнике давать урожайность зерна в 1,5-2 раза выше всех зерновых и зернобобовых культур.

В ближайшие годы планируется значительно увеличить производство зерна нута в России. Он необходим для внешнего рынка, как ценная экспортная культура. На внутреннем рынке нут будет способствовать решению проблемы белка и сохранения плодородия почвы. В связи с этим совершенствование приемов его возделывания в степной зоне Поволжья – проблема, имеющая большое теоретическое и практическое значение.

Степень разработанности проблемы. Во второй половине прошлого века вопросами возделывания нута в Поволжье занимались В.В. Балашов, Л.П. Шевцова, Н.И. Германцева и ряд других ученых. Однако практически все полученные ими данные относятся к зоне каштановых почв, где нут широко распространен исторически. В то же время результаты изучения приемов возделывания нута на черноземных почвах зоны ограничены.

Для повышения продуктивности нута большое значение имеют приемы, направленные на улучшение обеспечения растений влагой и элементами питания. В первом случае это подбор рациональных способов и норм высева семян, во втором – регулирование эффективного использования различных видов, доз и сроков применения удобрений. Оптимизация этих процессов позволит наиболее эффективно использовать агробиологические ресурсы в процессе реализации потенциальной продуктивности современных сортов нута.

Анализ имеющихся данных показывает, что несмотря на особую ценность нута до настоящего времени на черноземах Саратовского Правобережья вопросы агробиологии данной культуры затронуты лишь в нескольких работах (Шевцова Л.П., 2000; Шьюрова Н.А., 2003).

Цель наших исследований заключалась в совершенствовании приемов технологии возделывания нута на черноземе южном степной зоны Саратовского Правобережья.

Задачи исследований:

1. Изучить влияние приемов возделывания на рост и развитие, определить параметры фотосинтетической деятельности посевов нута на черноземе южном засушливого степного Поволжья.

2. Выявить рациональный способ посева и оптимальную норму высева нута на черноземе южном степной зоны Саратовского Правобережья.

3. Определить особенности влияния минеральных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на прохождение симбиотического и продукционного процессов нута на черноземе южном степной зоны.

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

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

Научная новизна. Впервые на черноземе южном Саратовского Правобережья проведены комплексные исследования ведущих приемов технологии возделывания сортов нута Краснокутский 36, Золотой юбилей и Вектор. Подобраны рациональные способы посева и оптимальные нормы высева. Проведена оценка комплексного влияния минеральных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на урожайность и качество зерна нута в условиях засушливого климата степного Поволжья.

Теоретическая и практическая значимость работы. Выявлены особенности продукционного процесса нута в зависимости от способов посева, норм высева, применения минеральных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста в засушливых условиях степной зоны Поволжья.

Разработаны и успешно апробированы в хозяйствах Правобережья Саратовской области рекомендации по возделыванию нута, обеспечивающие получение 2,5 т/га высококачественного зерна. Определен наиболее адаптированный сорт, подобраны оптимальные параметры посевного комплекса, установлен рациональный питательный режим растений.

Результаты исследований внедрены в хозяйствах Саратовского и Татищевского районов Саратовского Правобережья на площади 500 га. Экономический эффект от внедрения составил 3,5-5,0 тыс. руб./га.

Объект и предмет исследований. Объект исследований – нут. Предмет исследований – особенности прохождения симбиотического и продукционного процессов нута в степной зоне Поволжья.

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

Положения, выносимые на защиту:

- особенности роста, развития и работы фотосинтетического аппарата нута на черноземе южном степного Поволжья в зависимости от приемов его возделывания;

- характер влияния минеральных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на симбиотический и продукционный процессы нута в условиях степной зоны черноземных почв Саратовского Правобережья;
- показатели изменения качества зерна нута в зависимости от сортовых особенностей и приемов возделывания в степной зоне Поволжья;
- рациональные сочетания способа посева и нормы высева сорта нута Краснокутский 36 на черноземе южном;
- система наиболее эффективного применения минеральных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста при выращивании нута на черноземе южном;
- 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 научно-практических конференциях Саратовского ГАУ (Саратов, 2011-2018 гг.), на Международных научных конференциях «Вавиловские чтения» (Саратов, 2016-2017 гг.), на IX Международном симпозиуме «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования» (Москва, 2011 г.), на Международной научно-методической конференции, посвященной памяти акад. РАСХН Немцева Н.С. «Интродукция нетрадиционных и редких растений» (Ульяновск, 2012 г.).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 11 научных работ, в том числе 4 – в изданиях из перечня, рекомендованного ВАК РФ.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 146 страницах компьютерного текста, состоит из введения, семи глав, заключения и предложений производству, содержит 32 таблицы и 3 рисунка. Приложение приведено на 27 страницах. Список литературы включает 188 источников, в т.ч. 14 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 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 хозяйственное значение, морфобиологические и агроэкологические основы выращивания нута, анализируется существующий научно-практический материал по влиянию способов посева, норм высева и различных удобрений на продуктивность и показатели качества зерна нута в степной зоне.

Во второй главе описаны почвенно-климатические условия зоны проведения исследований. Исследования проводились на опытном поле ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ Саратовского района Саратовской области, которое расположено в степной зоне Саратовского Правобережья.

Климат зоны – умеренно-континентальный, засушливый. Средняя годовая температура воздуха +5,1°C; количество осадков – 451 мм. Почва – чернозем южный, среднесуглинистый с содержанием 3,5-4,0% гумуса в пахотном горизонте. Условия вегетации нута в 2013 и 2015 годы были наиболее благоприятными; в 2011 и 2014 годы - средне засушливыми; в 2012 и 2016 годы - остро засушливыми, не совсем неблагоприятным для растений.

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

Опыт 1. Влияние способа посева и нормы высева на урожайность и качество зерна нута на черноземе южном степного Поволжья.

Фактор А. Способ посева: Вариант 1. Рядовой с междурядьями 15 см; Вариант 2. Рядовой с междурядьями 30 см; Вариант 3. Ширококорядный с междурядьями 45 см.

Фактор В. Норма высева нута: Варианты 1-6. Нормы высева 0,7; 0,8; 0,9; 1,0 и 1,1 млн. всхожих семян на 1 га при рядовом способе посева с междурядьями 15 см; Варианты 7-11. Нормы высева 0,4; 0,5; 0,6; 0,7 и 0,8 млн. всхожих семян на 1 га при рядовом способе посева с междурядьями 30 см; Варианты 12-16. Нормы высева 0,4; 0,5; 0,6; 0,7 и 0,8 млн. всхожих семян на 1 га при ширококорядном способе посева с междурядьями 45 см.

Опыт 2. Разработка приемов совместного применения удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста при выращивании нута.

Фактор А. Фон минерального питания: Вариант 1. Без удобрений; Вариант 2. Внесение минеральных удобрений в дозе P_{30} ; Вариант 3. Внесение минеральных удобрений в дозе $N_{30}P_{30}$.

Фактор В. Биопрепараты и стимуляторы роста: Вариант 1. Контроль – без обработки; Вариант 2. Ризоторфин – обработка семян; Вариант 3. Экстрасол (С) – обработка семян; Вариант 4. Экстрасол (С+П) – обработка семян и посевов; Вариант 5. Циркон – обработка семян (С); Вариант 6. Циркон – обработка семян и посевов (С+П); Вариант 7. Силиплант – обработка семян (С); Вариант 8. Силиплант – обработка семян и посевов (С+П).

Опыт 3. Эффективность применения биопрепаратов и стимуляторов роста при выращивании различных сортов нута.

Фактор А. Сорт: Вариант 1. Краснокутский 36 (стандарт); Вариант 2. Золотой юбилей; Вариант 3. Вектор.

Фактор В. Биопрепараты и стимуляторы роста: Вариант 1. Контроль – без обработки; Вариант 2. Ризоторфин – обработка семян; Вариант 3. Экстрасол –

обработка семян и посевов; Вариант 4. Циркон – обработка семян и посевов; Вариант 5. Силиплант – обработка семян и посевов; Вариант 6. Эпин-экстра – обработка семян и посевов.

Закладка опытов производилась рендомизированным методом. Площадь делянки – 100 м²; повторность – четырехкратная.

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) и Рекомендациями НИИСХ Юго-Востока (1973).

Фенологические наблюдения осуществлялись по методикам А.И. Руденко (1950), В.И. Сазонова (1962), Госсортсети (1985, 1989). Учет высоты 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 1 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; Г.С. Посыпанова, 1991).

Для определения биологической урожайности проводили отбор снопов с площадок по 1 м² в четырехкратной повторности с каждой делянки. При лабораторном анализе снопов учитывали число растений и сухую массу снопа. Количество 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 Террион в фазу полной спелости зерна с приведением к 13% влажности и 100% чистоте.

Определение (белка в зерне нута проводили по методике ВИК им. В.Р. Вильямса (1987) и М.Ф. Томмэ (1972).

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 (1983, 1989) и методикам ВИК им. В.Р. Вильямса (1989, 1995).

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

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСЛЕДОВАНИЙ

В четвертой главе представлен анализ влияния способов посева и норм высева на продуктивность нута в степном Поволжье.

Особенности развития растений в посевах нута при разных схемах посева. Различные способы посева и нормы высева оказали существенное влияние на развитие растений нута. По результатам исследований вегетационный период нута колебался при рядовом способе посева с междурядьями 15 см - от

105 суток при норме высева 0,7 млн. всхожих семян на 1 га до 100 суток при норме высева 1,1 млн. всхожих семян на 1 га; при рядовом способе посева с междурядьями 30 см - от 108 суток при норме высева 0,4 млн. всхожих семян на 1 га до 103 суток при норме высева 0,8 млн. всхожих семян на 1 га; при ширококородном способе посева с междурядьями 45 см - от 111 суток при норме высева 0,4 млн. всхожих семян на 1 га до 105 суток при норме высева 0,8 млн. всхожих семян на 1 га по средним данным 2011-2013 гг.

Густота стояния растений в посевах нута при сочетании различных способов посева и норм высева. Анализ особенностей формирования густоты агроценозов нута показывает, что число растений к уборке увеличивалось пропорционально повышению нормы высева: при рядовом посеве с междурядьями 15 см – с 39,0 шт./м² при норме высева 0,7 млн. до 67,0 шт./м² при высева 1,1 млн. всхожих семян на гектар; при рядовом посеве с междурядьями 30 см – с 23,0 шт./м² при норме высева 0,4 млн. до 47,7 шт./м² при высева 0,8 млн. всхожих семян на гектар и при ширококородном посеве с междурядьями 45 см – с 22,0 шт./м² при норме высева 0,4 млн. до 59,0 шт./м² при высева 0,8 млн. всхожих семян на гектар (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние способов посева и норм высева на процесс формирования густоты стояния растений в агроценозах нута (среднее за 2011-2013 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, %
Способ посева	норма высева, млн. шт./га				
Рядовой с междурядьями 15 см	0,7	50,4	72,0	39,0	77,4
	0,8	60,7	75,9	47,3	77,9
	0,9	69,0	76,7	54,3	78,7
	1,0	77,2	77,2	61,0	79,0
	1,1	86,6	78,7	67,0	77,4
Рядовой с междурядьями 30 см	0,4	29,8	74,5	23,0	77,2
	0,5	37,0	74,0	28,3	76,5
	0,6	45,8	76,3	35,3	77,1
	0,7	54,4	77,7	41,0	75,4
	0,8	63,1	78,9	47,7	75,6
Широко-рядный с междурядьями 45 см	0,4	29,5	73,8	22,0	74,6
	0,5	37,9	75,8	29,0	76,5
	0,6	46,6	77,7	36,7	78,8
	0,7	55,2	78,9	43,3	78,4
	0,8	64,1	80,1	49,0	76,4
НСР ₀₅ (А)		1,1		1,0	
НСР ₀₅ (В)		1,4		1,3	

Формирование листового аппарата и сухой биомассы в посевах. По результатам исследований наибольшая величина листовой поверхности нута формировалась при рядовом способе посева с междурядьями 15 см - на варианте с нормой высева 0,9 млн всхожих семян на гектар – 25,3 тыс. м² /га; при рядовом способе посева с междурядьями 30 см - на варианте с нормой высева 0,7 млн всхожих семян на гектар – 25,4 тыс. м² /га; при ширококородном

способе посева с междурядьями 45 см – также на варианте с нормой высева 0,7 млн всхожих семян на гектар – 25,2 тыс. м². Как при увеличении, так и при уменьшении нормы высева от названных лучших, отмечено снижение площади листовой поверхности по всем изучаемым способам посева.

По изучаемым способам посева нами выявлена следующие особенности накопления биомассы: при рядовом способе посева с междурядьями 15 см наибольший показатель величины сухой надземной биомассы достигнут на варианте с нормой высева 0,9 млн всхожих семян на гектар – 3,59 т/га в момент уборки урожая; при рядовом способе посева с междурядьями 30 см - на варианте с нормой высева 0,7 млн всхожих семян на гектар – также 3,59 т/га; при ширококорядном способе посева с междурядьями 45 см - на варианте с нормой высева 0,6 млн всхожих семян на гектар – 3,46 т/га в среднем за три года.

Элементы продуктивности нута при разных способах посева и нормах высева. В исследованиях установлено, что по всем способам посева число зерен на 1 растении уменьшалось пропорционально повышению нормы высева: при рядовом посеве с междурядьями 15 см – с 19,7 шт. при норме высева 0,7 млн. до 11,0 шт. при высева 1,1 млн. всхожих семян на гектар; при рядовом посеве с междурядьями 30 см – с 27,6 шт. при норме высева 0,4 млн. до 16,1 шт. при высева 0,8 млн. всхожих семян на гектар и при ширококорядном посеве с междурядьями 45 см – с 29,1 шт. при норме высева 0,4 млн. до 13,9 шт. при высева 0,8 млн. всхожих семян на гектар.

Самая высокая масса зерна с 1 растения получена на варианте применения нормы высева 0,4 млн всхожих семян на гектар при ширококорядном способе посева с междурядьями 45 см – 5,59 г. Установлено, что увеличение нормы высева ведет к заметному снижению зерновой продуктивности одного растения при всех изучаемых способах посева.

Масса 1000 зерен – устойчивый признак, но при увеличении нормы высева она несколько уменьшалась: при рядовом посеве с междурядьями 15 см – со 185 г. при норме высева 0,7 млн. до 176 г. при высева 1,1 млн. всхожих семян на гектар; при рядовом посеве с междурядьями 30 см – со 189 г. при норме высева 0,4 млн. до 172 г. при высева 0,8 млн. всхожих семян на гектар; при ширококорядном посеве с междурядьями 45 см – со 192 г. при норме высева 0,4 млн. до 179 г. при высева 0,8 млн. всхожих семян на гектар.

Влияние способов посева и норм высева на формирование урожайности нута. Детальный анализ элементов структуры урожая нута при различных способах посева и нормах высева показал, что малая продуктивность отдельно взятого растения в загущенных посевах не компенсируется большим числом сохранившихся растений на единице площади к уборке урожая и в итоге общая урожайность посевов при изменении густоты в нашем опыте повышалась до определенного предела.

Повышение урожайности зерна у сорта нута Краснокутский 36 наблюдалось: на вариантах рядового способа посева с междурядьями 15 см при повышении нормы высева до 0,9 млн. всхожих семян на 1 гектар – до 1,57 т/га; на рядовом способе посева с междурядьями 30 см - до нормы высева 0,6 млн. всхожих семян на 1 гектар – до 1,66 т/га; на ширококорядном способе посева с

междурядьями 45 см - до нормы высева 0,5 млн. всхожих семян на 1 гектар – до 1,45 т/га (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние способов посева и норм высева на урожайность зерна нута

Варианты опыта		Урожайность зерна, т/га			
способ посева (А)	норма высева семян, млн. шт./га (В)	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Среднее за 3 года
Рядовой с междурядьями 15 см	0,7	1,36	1,25	1,66	1,42
	0,8	1,44	1,26	1,78	1,49
	0,9	1,54	1,24	1,92	1,57
	1,0	1,42	1,15	1,80	1,46
	1,1	1,24	1,04	1,58	1,29
Рядовой с междурядьями 30 см	0,4	1,16	1,02	1,41	1,20
	0,5	1,39	1,20	1,72	1,44
	0,6	1,64	1,33	2,00	1,66
	0,7	1,57	1,12	1,84	1,51
	0,8	1,27	1,06	1,63	1,32
Широко-рядный с междурядьями 45 см	0,4	1,18	1,03	1,47	1,23
	0,5	1,40	1,21	1,73	1,45
	0,6	1,35	1,15	1,72	1,41
	0,7	1,25	1,10	1,55	1,30
	0,8	1,19	1,01	1,46	1,22
НСР ₀₅ (А)		0,03	0,02	0,03	0,04
НСР ₀₅ (В)		0,04	0,03	0,04	0,06
НСР ₀₅ (А+В)		0,06	0,05	0,07	0,10

В пятой главе представлен анализ совместного влияния различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на продукционный процесс нута в степной зоне Саратовского Правобережья.

Особенности симбиотического процесса нута при применении различных удобрений и препаратов. Продолжительность активного симбиоза в посевах нута в зависимости от условий вегетации колебалась от 50 до 75 суток. Также установлено, что в зависимости от используемых удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста изменялась и симбиотическая продуктивность в агроценозах нута. Наибольшее количество клубеньков с наибольшей их массой обнаруживалось на корнях нута в фазу цветения. До этой фазы шло нарастание активности симбиоза, а после цветения – затухание.

Наименьшая симбиотическая активность наблюдалась на контрольном варианте первого фона минерального питания (без удобрений) - 4,5 клубеньков с общей массой 45,5 мг. на 1 растение нута. Самой высокой симбиотической продуктивностью отличались агроценозы, созданные с использованием в предпосевной обработке семян нута бактериального препарата – ризоторфина. Это преимущество проявлялось на всех изучаемых фонах минерального питания (без удобрений; внесение P₃₀; внесение N₃₀P₃₀). При этом, наивысшие показатели по числу и массе клубеньков отмечены при применении ризоторфина на втором фоне минерального питания где использовались фосфорные удобрения в дозе P₃₀ – 31,5 шт. и 318,4 мг. на 1 растение соответственно.

Биометрические показатели агроценозов нута. Наибольшая листовая поверхность сформировалась при применении биопрепаратов и стимуляторов роста на третьем фоне минерального питания, где использовались азотно-фосфорные удобрения в дозе $N_{30}P_{30}$: площадь листьев увеличилась при обработке семян ризоторфином - до 27,1 тыс. $m^2/га$; при обработке семян экстрасоллом – до 25,5 тыс. $m^2/га$; при обработке семян и посевов экстрасоллом – до 27,4 тыс. $m^2/га$; при обработке семян силиплантом – до 26,1 тыс. $m^2/га$; при обработке семян и посевов силиплантом – до 29,0 тыс. $m^2/га$; при обработке семян цирконом – до 27,8 тыс. $m^2/га$; при обработке семян и посевов цирконом – до 30,2 тыс. $m^2/га$. По сравнению с не удобренным первым фоном прирост площади листьев по изучаемым вариантам составил 1,0-2,9 тыс. $m^2/га$ (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на биометрические показатели и продуктивность фотосинтеза нута (среднее за 2011-2013 гг.)

Фон минерального питания	Биопрепараты и регуляторы роста	Площадь листьев в момент максимума, тыс. $m^2/га$	Сухая биомасса в полную спелость, т/га	Фотосинтетический потенциал, тыс. $m^2 \cdot сутки/га$	Чистая продуктивность фотосинтеза, $г/м^2 \cdot сутки$
Без удобрений	Контроль	22,3	4,62	1004	4,60
	Ризоторфин(С)	26,1	5,45	1175	4,64
	Экстрасол(С)	23,8	4,98	1071	4,65
	Экстрасол(С+П)	25,7	5,45	1157	4,71
	Силиплант(С)	26,4	5,65	1188	4,76
	Силиплант(С+П)	27,1	6,02	1219	4,94
	Циркон(С)	26,5	5,76	1193	4,83
	Циркон(С+П)	27,3	6,01	1228	4,89
P_{30}	Контроль	22,7	4,85	1022	4,75
	Ризоторфин(С)	26,3	5,74	1184	4,85
	Экстрасол(С)	24,1	5,18	1085	4,77
	Экстрасол(С+П)	25,2	5,72	1134	5,05
	Силиплант(С)	26,8	6,05	1206	5,02
	Силиплант(С+П)	27,2	6,60	1224	5,39
	Циркон(С)	26,7	6,11	1202	5,08
	Циркон(С+П)	28,0	6,62	1260	5,25
$N_{30}P_{30}$	Контроль	23,4	4,93	1053	4,68
	Ризоторфин(С)	27,1	5,81	1220	4,76
	Экстрасол(С)	25,5	5,34	1148	4,65
	Экстрасол(С+П)	27,4	5,80	1233	4,70
	Силиплант(С)	26,1	5,83	1175	4,96
	Силиплант(С+П)	29,0	6,61	1305	5,07
	Циркон(С)	27,8	6,15	1251	4,92
	Циркон(С+П)	30,2	6,78	1359	4,99
НСР ₀₅ (А)		0,28	0,07		
НСР ₀₅ (В)		0,44	0,10		
НСР ₀₅ (А+В)		0,52	0,12		

Показатели сухой биомассы также увеличивались при применении биопрепаратов и стимуляторов роста на третьем фоне минерального питания ($N_{30}P_{30}$): при обработке семян ризоторфином – до 5,81 т/га; при обработке семян

экстрасолом – до 5,34 т/га; при обработке семян и посевов экстрасолом – до 5,80 т/га; при обработке семян силиплантом – до 5,83 т/га; при обработке семян и посевов силиплантом – до 6,61 т/га; при обработке семян цирконом – до 6,15 т/га; при обработке семян и посевов цирконом – до 6,78 т/га в среднем за три года. По сравнению с не удобренным первым фоном прирост сухой надземной биомассы по изучаемым вариантам составил 0,18-0,77 т/га.

Продуктивность фотосинтеза посевов нута. Самые высокие показатели фотосинтеза агроценозов нута как на контроле, так и на вариантах обработки изучаемыми препаратами были получены на втором фоне минерального питания, где в качестве фактора А применялись фосфорные удобрения в дозе P_{30} . Здесь на контроле фотосинтетический потенциал составил 1022 тыс. $m^2 \cdot \text{сутки/га}$, а чистая продуктивность фотосинтеза – 4,75 $г/м^2 \cdot \text{сутки}$. При применении биопрепарата ризоторфин для обработки семян показатели фотосинтеза повысились: фотосинтетический потенциал (ФП) – 1184 тыс. $m^2 \cdot \text{сутки/га}$; чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) – 4,85 $г/м^2 \cdot \text{сутки}$ в среднем за три года. Двукратное применение биопрепарата экстрасол повысило ФП до 1344 тыс. $m^2 \cdot \text{сутки/га}$, а ЧПФ – до 5,04 $г/м^2 \cdot \text{сутки}$; микроудобрения-стимулятора силиплант – до 1224 тыс. $m^2 \cdot \text{сутки/га}$ и 5,39 $г/м^2 \cdot \text{сутки}$; стимулятора циркон – до 1260 тыс. $m^2 \cdot \text{сутки/га}$ и 5,25 $г/м^2 \cdot \text{сутки}$ соответственно.

Элементы структуры урожая нута в зависимости от применения различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста. Результаты показывают, что густота растений слабо зависела от фона минерального питания, но заметно повышалась при использовании биопрепаратов, а особенно стимуляторов роста. Так, на первом фоне минерального питания при применении биопрепаратов и стимуляторов роста густота растений увеличилась до 62,8-67,7 шт./ m^2 ; на втором фоне минерального питания – до 65,8-70,6 шт./ m^2 ; на третьем фоне минерального питания – до 64,1-69,0 шт./ m^2 (таблица 4).

Наименьшее число зерен на 1 растении было на контрольном варианте первого фона питания без применения удобрений и обработки препаратами – 13,1 шт. в среднем за три года исследований. Считается, что число зерен на 1 растении является одним из стабильных слабо изменяющихся показателей нута. Но в то же время число зерен несколько повышалось при использовании удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста. Так, на первом фоне минерального питания при применении биопрепаратов и стимуляторов роста число зерен по сравнению с контролем увеличилось до 13,3-14,6 шт./растение; на втором фоне минерального питания – до 13,8-15,3 шт./растение; на третьем фоне минерального питания – до 13,4-14,8 шт./растение в среднем за три года.

Самый низкий показатель массы зерна с 1 растения отмечался на контрольном варианте первого фона питания без применения удобрений и обработки препаратами – 2,45 г. в среднем за три года исследований. Этот показатель заметно повышался при использовании фосфорных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста. Так, на первом фоне минерального питания при применении биопрепаратов и стимуляторов роста масса зерна с 1 растения увеличилось до 2,46-2,88 г.; на втором фоне минерального питания, где применялись фосфорные удобрения в дозе P_{30} – до 2,54-3,12 г. Но на третьем фоне ми-

нерального питания, где вносили азотно-фосфорные удобрения в дозе $N_{30}P_{30}$, масса зерна с 1 растения составляла 2-42-2,94 г., т.е. снижалась по сравнению со вторым фоном и практически дублировала показатели первого фона питания без применения минеральных удобрений.

Таблица 4 – Влияние различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на элементы продуктивности нута в степной зоне Саратовского Правобережья

Фон минерального питания	Биопрепараты и регуляторы роста	Число растений в уборку, шт./м ²	Число зерен на 1 растении, шт.	Масса зерна с 1 растения, г	Масса 1000 зерен, г
Без удобрений	Контроль	60,6	13,1	2,45	188
	Ризоторфин(С)	63,4	13,5	2,54	189
	Экстрасол(С)	62,8	13,3	2,46	185
	Экстрасол(С+П)	63,5	13,5	2,57	190
	Силиплант(С)	65,2	14,1	2,74	194
	Силиплант(С+П)	67,7	14,6	2,88	198
	Циркон(С)	64,4	13,5	2,63	195
	Циркон(С+П)	66,8	13,7	2,78	203
P ₃₀	Контроль	63,6	13,8	2,56	186
	Ризоторфин(С)	66,5	14,1	2,69	191
	Экстрасол(С)	65,8	13,8	2,54	185
	Экстрасол(С+П)	66,6	14,0	2,71	194
	Силиплант(С)	68,4	14,7	2,96	201
	Силиплант(С+П)	70,6	15,3	3,12	203
	Циркон(С)	67,3	14,1	2,89	205
	Циркон(С+П)	68,8	14,2	3,00	212
N ₃₀ P ₃₀	Контроль	61,8	13,2	2,44	185
	Ризоторфин(С)	64,7	13,7	2,54	186
	Экстрасол(С)	64,1	13,4	2,42	182
	Экстрасол(С+П)	64,8	13,6	2,55	188
	Силиплант(С)	66,5	14,3	2,79	195
	Силиплант(С+П)	69,0	14,8	2,94	199
	Циркон(С)	65,7	13,6	2,68	197
	Циркон(С+П)	67,9	13,9	2,80	201
НСР ₀₅ (А)		1,1	0,16	0,05	2,4
НСР ₀₅ (В)		1,4	0,29	0,07	3,8
НСР ₀₅ (А+В)		1,6	0,36	0,09	4,7

В формировании крупности зерна нута проявлялась та же закономерность. Наивысшая масса 1000 зерен отмечалась на вариантах второго фона минерального питания, где применялись фосфорные удобрения в дозе P₃₀ – 186-212 г в среднем за три года. На вариантах первого фона минерального питания показатель массы 1000 зерен нута составил 185-203 г. На вариантах третьего фона питания, где применялись азотно-фосфорные удобрения в дозе N₃₀P₃₀, были самые низкие показатели массы 1000 зерен нута – 182-201 г.

Оптимальные показатели структуры урожая сформировались на варианте двукратного применения микроудобрения-стимулятора силиплант на фоне внесения фосфорных удобрений в дозе P₃₀: число растений в уборку – 70,6 шт./м²; число зерен на 1 растении – 15,3 шт.; масса зерна с 1 растения – 3,12 г., масса

1000 зерен – 203 г. Двукратное применение стимулятора роста циркон на фоне внесения фосфорных удобрений в дозе P_{30} обеспечило также высокие результаты, особенно по массе 1000 зерен, которая на этом варианте была максимальной в опыте - 212 г. в среднем за три года.

Влияние различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на урожайность зерна нута в степной зоне Саратовского Правобережья. Самые большие прибавки урожайности зерна нута получены и от использования биопрепаратов и стимуляторов роста на фоне фосфорных удобрений (P_{30}). При применении биопрепарата ризоторфин урожайность зерна повысилась до 1,79 т/га или на 9,8% по сравнению с контролем (1,63 т/га); при двукратном применении биопрепарата экстрасол - до 1,80 т/га или на 10,4%; микроудобрения со стимулирующим эффектом силиплант – до 2,21 т/га или на 35,6%; стимулятора роста циркон – до 2,09 т/га или на 28,2% (таблица 5).

Таблица 5 – Влияние различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на урожайность нута в степной зоне Саратовского Правобережья, т/га

Фон минерального питания	Биопрепараты и регуляторы роста	Годы исследований			Среднее за 3 года
		2011 г.	2012 г.	2013 г.	
Без удобрений	Контроль	1,45	1,19	1,80	1,48
	Ризоторфин(С)	1,57	1,25	2,00	1,61
	Экстрасол(С)	1,48	1,18	1,97	1,54
	Экстрасол(С+П)	1,58	1,24	2,08	1,63
	Силиплант(С)	1,74	1,41	2,23	1,79
	Силиплант(С+П)	1,91	1,50	2,47	1,96
	Циркон(С)	1,63	1,35	2,10	1,69
	Циркон(С+П)	1,83	1,42	2,34	1,86
P_{30}	Контроль	1,59	1,21	2,09	1,63
	Ризоторфин(С)	1,71	1,33	2,32	1,79
	Экстрасол(С)	1,63	1,22	2,14	1,66
	Экстрасол(С+П)	1,74	1,29	2,38	1,80
	Силиплант(С)	1,95	1,44	2,69	2,03
	Силиплант(С+П)	2,17	1,58	2,89	2,21
	Циркон(С)	1,86	1,40	2,55	1,94
	Циркон(С+П)	2,02	1,52	2,73	2,09
$N_{30}P_{30}$	Контроль	1,55	1,20	1,75	1,50
	Ризоторфин(С)	1,73	1,29	1,90	1,64
	Экстрасол(С)	1,59	1,16	1,89	1,55
	Экстрасол(С+П)	1,72	1,17	2,06	1,65
	Силиплант(С)	1,93	1,43	2,19	1,85
	Силиплант(С+П)	2,09	1,56	2,45	2,03
	Циркон(С)	1,83	1,38	2,07	1,76
	Циркон(С+П)	1,94	1,43	2,34	1,90
НСР ₀₅ (А)		0,03	0,01	0,02	0,06
НСР ₀₅ (В)		0,04	0,02	0,03	0,07
НСР ₀₅ (А+В)		0,05	0,03	0,06	0,11

В опыте выявлена важнейшая особенность в формировании урожая нута при применении различных удобрений - в результате проведенных исследова-

ний установлено, что действие азотно-фосфорных удобрений ($N_{30}P_{30}$) было менее эффективным, чем только фосфорных (P_{30}), в связи с тем, что внесение минерального азота излишне стимулировало нарастание биомассы, а закладка и завязываемость бобов нута при этом ухудшалось.

В шестой главе приведены результаты эффективности применения биопрепаратов и стимуляторов роста на различных сортах нута в степной зоне Саратовского Правобережья.

Особенности симбиотического процесса нута при применении различных биопрепаратов и стимуляторов роста. На варианте применения ризоторфина в фазу цветения растений нута наблюдались наивысшие показатели по числу и массе клубеньков – 30,8 шт. и 304,9 мг. на 1 растение, что превосходило данные контроля - в 5,4 и 6,3 раза соответственно (таблица 6).

Таблица 6 – Влияние биопрепаратов и стимуляторов роста на симбиотический процесс сорта нута Золотой юбилей в степной зоне Саратовского Правобережья (среднее за 2014-2016 гг.)

Биопрепараты и стимуляторы роста	Число клубеньков, шт./растение		Сохранность числа клубеньков, %	Масса клубеньков, мг./растение		Сохранность массы клубеньков, %
	цветение	формиров. бобов		цветение	формиров. бобов	
Контроль	5,7	2,9	50,9	48,1	18,0	37,4
Ризоторфин	30,8	18,1	58,8	304,9	124,8	40,9
Экстрасол	17,5	10,5	60,0	173,0	68,2	39,4
Циркон	14,3	10,8	75,5	144,4	82,1	56,8
Силиплант	16,8	13,5	80,4	170,9	103,6	60,6
Эпин-экстра	9,8	7,2	73,5	91,1	50,8	55,8
НСР ₀₅			1,6			1,2

Проявление симбиотического процесса по остальным изучаемым препаратам было следующим: биопрепарат экстрасол – 17,5 клубеньков с общей массой 173,0 мг. на 1 растение; стимулятор роста циркон - 14,3 клубеньков с общей массой 144,4 мг. на 1 растение; микроудобрение-стимулятор силиплант - 16,8 клубеньков с общей массой 170,9 мг. на 1 растение; стимулятор роста эпин-экстра - 9,8 клубеньков с общей массой 91,1 мг. на 1 растение.

Данные по симбиотическому процессу нута в середине фазы формирования бобов показывают, что эта закономерность преимущества ризоторфина сохраняется: ризоторфин - 18,1 клубеньков с общей массой 124,8 мг. на 1 растение; биопрепарат экстрасол – 10,5 клубеньков с общей массой 68,2 мг. на 1 растение; стимулятор роста циркон - 10,8 клубеньков с общей массой 82,1 мг. на 1 растение; микроудобрение-стимулятор силиплант - 13,5 клубеньков с общей массой 103,6 мг. на 1 растение; стимулятор роста эпин-экстра - 7,2 клубеньков с общей массой 50,8 мг. на 1 растение.

Однако, оценка сохранности симбиотического потенциала к середине фазы формирования бобов по сравнению с фазой цветения позволила выявить существенную особенность. Если при применении ризоторфина сохранилось 58,8% живых клубеньков и 40,9% массы клубеньков, то при использовании циркона и силипланта - сохранилось соответственно 75,5 и 80,4% живых клубеньков и 56,8 и 60,6% мас-

сы клубеньков. Таким образом, в исследованиях установлено, что применение микроудобрения со стимулирующим эффектом силиплант и стимулятора роста циркон способствует более продолжительной работе активного симбиотического аппарата нута.

Влияние различных биопрепаратов и стимуляторов роста фотосинтетический процесс у различных сортов нута. В опыте установлено, что наивысшие показатели фотосинтетической деятельности посевов при применении биопрепаратов и стимуляторов роста были достигнуты у сорта Золотой юбилей. Так, если на контрольном варианте у данного сорта ФП составил 1094 тыс. м²*сутки/га, то при применении биопрепарата ризоторфин он увеличился до 1282 тыс. м²*сутки/га; стимулятора роста циркон - до 1305 тыс. м²*сутки/га; микроудобрения силиплант - до 1350 тыс. м²*сутки. Показатель ЧПФ: на контрольном варианте – 4,51 г/м²*сутки; на варианте применения биопрепарата ризоторфин - 4,79 г/м²*сутки; стимулятора роста циркон - 4,90 г/м²*сутки; микроудобрения силиплант – 5,41 г/м²*сутки (таблица 7).

Таблица 7 – Влияние биопрепаратов и стимуляторов роста на фотосинтез сортов нута в степной зоне Саратовского Правобережья (среднее за 2014-2016 гг.)

Сорт	Биопрепараты и стимуляторы роста	Площадь листьев в момент максимума, тыс. м ² /га	Сухая биомасса в полную спелость, т/га	Фотосинтетический потенциал, тыс. м ² *сутки/га	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м ² *сутки
Краснокутский 36	Контроль	23,4	4,44	1053	4,22
	Ризоторфин	27,3	5,51	1229	4,48
	Экстрасол	25,2	4,95	1134	4,37
	Циркон	27,0	5,48	1192	4,60
	Силиплант	28,2	6,20	1269	4,89
	Эпин-экстра	27,5	5,25	1237	4,25
Золотой юбилей	Контроль	24,3	4,93	1094	4,51
	Ризоторфин	28,5	6,14	1282	4,79
	Экстрасол	28,2	5,61	1224	4,58
	Циркон	29,0	6,40	1305	4,90
	Силиплант	30,0	7,30	1350	5,41
	Эпин-экстра	29,8	6,12	1341	4,56
Вектор	Контроль	22,0	4,26	990	4,30
	Ризоторфин	25,1	5,32	1130	4,71
	Экстрасол	23,5	4,59	1058	4,34
	Циркон	24,6	5,03	1107	4,54
	Силиплант	26,2	5,72	1179	4,85
	Эпин-экстра	25,0	4,90	1125	4,36
НСР ₀₅ (А)		0,31	0,09		
НСР ₀₅ (В)		0,46	0,12		
НСР ₀₅ (А+В)		0,55	0,14		

Влияние биопрепаратов и стимуляторов роста формирование структуры и величины урожайности различных сортов нута. В исследованиях установлено, что наивысшие показатели элементов продуктивности посевов нута при применении биопрепаратов и стимуляторов роста были достигнуты у сорта Золотой юбилей. Так, если на контрольном варианте у данного сорта

число растений к уборке составляло 56,2 шт. на 1 м², число зерен на 1 растении - 14,5 шт., масса зерна с 1 растения - 3,02 г., масса 1000 зерен – 208 г., то на лучшем варианте применения микроудобрения со стимулирующим эффектом силиплант показатели были значительно выше - число растений к уборке урожая - 64,3 шт. на 1 м², число зерен на 1 растении - 17,0 шт., масса зерна с 1 растения - 3,92 г., масса 1000 зерен – 230 г.

Высокие показатели элементов продуктивности у сорта Золотой юбилей отмечались и при применении стимулятора роста циркон: число растений к уборке урожая - 62,6 шт. на 1 м², число зерен на 1 растении - 15,2 шт., масса зерна с 1 растения - 3,64 г., масса 1000 зерен – 239 г.

Сорт Золотой юбилей показал и наивысшую отзывчивость на применение биопрепаратов и стимуляторов роста в формировании урожая зерна. У данного сорта при урожайности зерна на контроле - 1,70 т/га, применение стимулятора циркон повысило ее до 2,28 т/га или на 34,1%; микроудобрения-стимулятора силиплант – до 2,52 т/га или на 48,2% (таблица 8).

Таблица 8 – Влияние биопрепаратов и стимуляторов роста на урожайность сортов нута при выращивании в степной зоне Саратовского Правобережья, т/га

Сорт (А)	Биопрепараты и регуляторы роста (В)	Годы исследований			Среднее за 3 года
		2014 г.	2015 г.	2016 г.	
Краснокутский 36	Контроль	1,49	1,93	1,31	1,58
	Ризоторфин	1,67	2,15	1,40	1,74
	Экстрасол	1,71	2,34	1,41	1,82
	Циркон	1,91	2,62	1,51	2,01
	Силиплант	2,12	3,02	1,47	2,20
	Эпин-экстра	1,78	2,43	1,46	1,89
Золотой юбилей	Контроль	1,63	2,05	1,42	1,70
	Ризоторфин	1,79	2,32	1,54	1,88
	Экстрасол	1,90	2,61	1,51	2,01
	Циркон	2,17	2,93	1,75	2,28
	Силиплант	2,45	3,39	1,72	2,52
	Эпин-экстра	2,08	2,74	1,57	2,13
Вектор	Контроль	1,32	1,75	1,11	1,39
	Ризоторфин	1,44	1,87	1,25	1,52
	Экстрасол	1,51	1,90	1,24	1,55
	Циркон	1,61	2,13	1,33	1,69
	Силиплант	1,82	2,47	1,30	1,86
	Эпин-экстра	1,60	2,11	1,25	1,65
НСР ₀₅ (А)		0,03	0,05	0,01	0,04
НСР ₀₅ (В)		0,04	0,06	0,02	0,05
НСР ₀₅ (А+В)		0,05	0,07	0,03	0,06

Влияние биопрепаратов и стимуляторов роста на накопление белка в зерне нута. Применение биопрепарата ризоторфин оказало наибольшее влияние на содержание белка в зерне нута. Так, если у лучшего по этому показателю сорта Вектор на контроле содержание белка в зерне составляло 25,1%, то на варианте посева семян обработанных ризоторфином – 26,8% (прибавка 1,7%). Отмечено увеличение содержания белка в зерне и на вариантах применения других

изучаемых препаратов - на варианте применения стимулятора циркон – до 26,3% (прибавка 1,2%); на варианте применения микроудобрения со стимулирующим эффектом силиплант – до 26,5% (прибавка 1,4%) (таблица 9).

Таблица 9 – Влияние биопрепаратов и стимуляторов роста на накопление белка в зерне различных сортов нута в степной зоне Саратовского Правобережья (среднее за 2014-2016 гг.)

Биопрепараты и стимуляторы роста	Содержание белка в зерне, %			Накопление белка, кг/га		
	Краснокутский 36	Золотой юбилей	Вектор	Краснокутский 36	Золотой юбилей	Вектор
Контроль	23,3	23,5	25,1	366	398	348
Ризоторфин	25,0	25,4	26,8	432	475	406
Экстрасол	24,3	24,5	26,2	439	488	405
Циркон	24,2	24,6	26,3	483	557	444
Силиплант	24,5	24,8	26,5	536	621	491
Эпин-экстра	24,0	24,7	26,1	449	521	431
НСР ₀₅ (А)	0,36			7,8		
НСР ₀₅ (В)	0,26			5,1		
НСР ₀₅ (А+В)	0,48			9,4		

У других изучаемых сортов отмечена аналогичная закономерность, но белковистость зерна была ниже. У сорта Золотой юбилей на лучшем варианте применения микроудобрения со стимулирующим эффектом силиплант содержание белка в зерне составило 24,8%, а прибавка к контролю - 1,3%; у сорта Краснокутский 36 на том же лучшем варианте белковистость зерна достигла 24,5%, а прибавка к контролю – 1,2%.

В то же время в опыте установлено, что по сбору белка преимущество обеспечивает выращивание сорта Золотой юбилей, у которого на лучшем варианте применения микроудобрения со стимулирующим эффектом силиплант сбор белка с урожаем достигал 621 кг/га.

В седьмой главе приведены результаты биоэнергетической и экономической оценки рекомендуемых приемов возделывания нута.

Биоэнергетическая оценка. Наилучшие в исследованиях биоэнергетические показатели получены при двукратном применении микроудобрения со стимулирующим эффектом силиплант при выращивании сорта нута Золотой юбилей: достигнуто максимальное накопление энергии в урожае – 115,78 ГДж/га, наибольшее приращение энергии – 99,00 ГДж/га и наивысший из всех трех опытов коэффициент энергетической эффективности – 5,90.

Экономическая эффективность. По экономическим показателям наиболее выгодным также является двукратное применение микроудобрения со стимулирующим эффектом силиплант при выращивании сорта нута Золотой юбилей: при урожайности зерна нута 2,52 т/га был получен наибольший в опытах условно чистый доход – 22,50 тыс. руб./га, максимальный уровень рентабельности – 291% и самая низкая себестоимости 1 тонны зерна – 3,07 тыс. рублей. Высокие экономические показатели получены при двукратном применении стимулятора роста циркон на сорте Золотой юбилей: условно чистый доход – 19,74 тыс. руб./га, уровень рентабельности – 259% и себестоимости производства 1 тонны зерна – 3,34 тыс. рублей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучаемые приемы возделывания оказали заметное влияние на прохождение продукционного и симбиотического процессов нута.

Наибольшая величина листовой поверхности нута формировалась при рядовом способе посева с междурядьями 15 см - на варианте с нормой высева 0,9 млн всхожих семян на гектар – 25,3 тыс. м²/га; при рядовом способе посева с междурядьями 30 см - на варианте с нормой высева 0,7 млн. – 25,4 тыс. м²/га; при широкорядном способе посева с междурядьями 45 см – также на варианте с нормой высева 0,7 млн всхожих семян на гектар – 25,2 тыс. м²/га.

При рядовом способе посева с междурядьями 15 см наибольший показатель величины сухой биомассы достигнут на варианте с нормой высева 0,9 млн всхожих семян на гектар – 3,59 т/га; при рядовом способе посева с междурядьями 30 см - на варианте с нормой высева 0,7 млн всхожих семян на гектар – также 3,59 т/га; при широкорядном способе посева с междурядьями 45 см - на варианте с нормой высева 0,6 млн всхожих семян на гектар – 3,46 т/га.

Увеличение урожайности зерна у сорта нута Краснокутский 36 наблюдалось: - при рядовом способе посева с междурядьями 15 см - до нормы высева 0,9 млн. всхожих семян на 1 гектар – до 1,57 т/га; - при рядовом способе посева с междурядьями 30 см - до нормы высева 0,6 млн. всхожих семян на 1 гектар – до 1,66 т/га; - при широкорядном способе посева с междурядьями 45 см до нормы высева 0,5 млн. всхожих семян на 1 гектар – до 1,45 т/га.

Самой высокой симбиотической продуктивностью отличались агроценозы, созданные с использованием в предпосевной обработке семян нута специализированного бактериального препарата – ризоторфина. Это преимущество проявлялось на всех изучаемых фонах минерального питания (без удобрений; внесение P₃₀; внесение N₃₀P₃₀). При этом, наивысшие показатели по числу и массе клубеньков отмечены при применении ризоторфина на втором фоне минерального питания где использовались фосфорные удобрения в дозе P₃₀ – 31,5 шт. и 318,4 мг. на 1 растение в фазу цветения нута.

Наибольшие показатели сухой биомассы сформировались при применении биопрепаратов и стимуляторов роста на третьем фоне минерального питания (N₃₀P₃₀): при обработке семян ризоторфином - 5,81 т/га; при обработке семян экстразолом – 5,34 т/га; при обработке семян и посевов экстразолом – 5,80 т/га; при обработке семян силиплантом – 5,83 т/га; при обработке семян и посевов силиплантом – 6,61 т/га; при обработке семян цирконом – 6,15 т/га; при обработке семян и посевов цирконом – 6,78 т/га в среднем за три года исследований. По сравнению с не удобрённым первым фоном прирост сухой надземной биомассы по изучаемым вариантам составил 0,18-0,77 т/га.

Оптимальные показатели структуры урожая сформировались на варианте двукратного применения микроудобрения-стимулятора силиплант на фоне допосевного внесения фосфорных удобрений в дозе P₃₀: число растений в уборку – 70,6 шт./м²; число зерен на 1 растении – 15,3 шт.; масса зерна с 1 растения – 3,12 г., масса 1000 зерен – 203 г.. Двукратное применение стимулятора роста циркон на фоне допосевного внесения фосфорных удобрений в дозе P₃₀ обеспе-

чило также высокие результаты, особенно по массе 1000 зерен, которая была максимальной в опыте - 212 г. в среднем за три года.

Самые большие прибавки урожайности зерна нута получены и от использования биопрепаратов и стимуляторов роста на фоне фосфорных удобрений (P₃₀). При применении биопрепарата ризоторфин урожайность зерна повысилась до 1,79 т/га или на 9,8%; при двукратном применении биопрепарата экстрасол - до 1,80 т/га или на 10,4%; микроудобрения-стимулятора силиплант – до 2,21 т/га или на 35,6%; стимулятора роста циркон – до 2,09 т/га или на 28,2%.

В опыте выявлена важнейшая особенность в формировании урожая нута при применении различных удобрений - установлено, что действие азотно-фосфорных удобрений было менее эффективным, чем только фосфорных, в связи с тем, что внесение минерального азота излишне стимулировало нарастание биомассы, а заложение и завязываемость бобов при этом ухудшалось.

Оценка сохранности симбиотического потенциала к середине фазы формирования бобов по сравнению с фазой цветения позволила выявить существенную особенность. Если при применении ризоторфина сохранилось 58,8% живых клубеньков и 40,9% массы клубеньков, то при использовании циркона и силипланта - сохранилось соответственно 75,5 и 80,4% живых клубеньков и 56,8 и 60,6% массы клубеньков. В результате проведенных исследований установлено, что применение микроудобрения-стимулятора силиплант и стимулятора роста циркон способствует более продолжительной работе активного симбиотического аппарата нута.

Наивысшие показатели фотосинтетической деятельности посевов при применении биопрепаратов и стимуляторов роста были достигнуты у сорта Золотой юбилей. Так, если на контрольном варианте у данного сорта ФП составил 1094 тыс. м²*сутки/га, то при применении биопрепарата ризоторфин он увеличился до 1282 тыс. м²*сутки/га; стимулятора роста циркон - до 1305 тыс. м²*сутки/га; микроудобрения силиплант - до 1350 тыс. м²*сутки. Показатель ЧПФ: на контрольном варианте – 4,51 г/м²*сутки; на варианте применения биопрепарата ризоторфин - 4,79 г/м²*сутки; стимулятора роста циркон - 4,90 г/м²*сутки; микроудобрения силиплант – 5,41 г/м²*сутки.

Наибольшую отзывчивость на применение биопрепаратов и стимуляторов роста показал новый недавно рекомендованный к возделыванию сорт нута Золотой юбилей. У данного сорта при урожайности зерна на контрольном варианте - 1,70 т/га применение стимулятора роста циркон повысило ее до 2,28 т/га или на 34,1%; микроудобрения со стимулирующим эффектом силиплант – до 2,52 т/га или на 48,2%.

Применение биопрепарата ризоторфин оказывало наибольшее влияние на содержание белка в зерне нута. Так, если у лучшего по этому показателю сорта Вектор на контроле содержание белка в зерне составляло 25,1%, то на варианте посева семян обработанных ризоторфином – 26,8% (прибавка 1,7%). Отмечено положительное влияние на содержание белка в зерне и на вариантах других изучаемых препаратов - на варианте применения стимулятора циркон – до 26,3% (прибавка 1,2%); на варианте применения микроудобрения со стимулирующим эффектом силиплант – до 26,5% (прибавка 1,4%).

Наилучшие биоэнергетические показатели получены при двукратном применении микроудобрения-стимулятора силиплант при выращивании сорта нута Золотой юбилей: достигнуто максимальное накопление энергии в урожае – 115,78 ГДж/га, наибольшее приращение энергии – 99,00 ГДж/га и наивысший из всех трех опытов коэффициент энергетической эффективности – 5,90.

Экономически наиболее выгодным также является двукратное применение микроудобрения-стимулятора силиплант при выращивании сорта нута Золотой юбилей: при урожайности зерна 2,52 т/га был получен наибольший в опытах условно чистый доход – 22,50 тыс. руб./га, максимальный уровень рентабельности – 291% и самая низкая себестоимости 1 тонны зерна – 3,07 тыс. рублей. Высокие экономические показатели получены при двукратном применении стимулятора роста циркон на сорте Золотой юбилей: условно чистый доход – 19,74 тыс. руб./га, уровень рентабельности – 259% и себестоимости производства 1 тонны зерна – 3,34 тыс. рублей.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Для повышения урожайности и улучшения качества зерна нута на черноземе южном степной зоны Саратовского Правобережья рекомендуется:

- вносить под вспашку фосфорные удобрения в дозе P_{30} ;
- шире внедрять в производство новый высоко адаптивный сорт Золотой юбилей и сорт крупнозерного нута Вектор;
- при возделывании сорта Краснокутский 36 использовать рядовой способ посева с междурядьями 30 см и нормой высева 0,6 млн. всхожих семян на 1 гектар или рядовой способ посева с междурядьями 15 см и нормой высева 0,9 млн. всхожих семян на 1 гектар;
- применять микроудобрение со стимулирующим эффектом силиплант и стимулятор роста циркон для предпосевной обработки семян и опрыскивания посевов в фазу бутонизации.

Перспективы дальнейшей разработки темы

Перспективы дальнейшей разработки темы заключаются в изучении эффективности использования различных видов удобрений и стимуляторов совместно с пестицидами для оптимизации симбиотического и продукционного процессов различных сортов нута.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Шевцова, Л.П. Влияние инокуляции и некорневых подкормок на фотосинтетическую и симбиотическую продуктивность нута на черноземах южных Саратовского Правобережья / Л.П. Шевцова, Н.А. Шьурова, А.И. Марухненко, **С.В. Фартуков** // Аграрный научный журнал, 2012, №10 - С.98-102 (0,93 п.л.; авт. – 0,3 п.л.)
2. Шевцова, Л.П. Приемы адаптивной ресурсосберегающей технологии возделывания нута в степном засушливом Поволжье / Л.П. Шевцова, Герман-

цева, Н.А. Шьюрова, О.С. Башинская, **С.В. Фартуков** // Аграрный научный журнал, 2017, №2 - С.39-43 (0,63 п.л.; авт. – 0,2 п.л.)

3. **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. – 0,3 п.л.).

4. **Фартуков, С.В.** Влияние удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на продуктивность нута в степной зоне Саратовского Правобережья / С.В. Фартуков, Н.А. Шьюрова, В.Б. Нарушев // Научная жизнь, 2018, №9. – С.101-109 (0,8 п.л.; авт. – 0,6 п.л.).

В прочих изданиях:

5. Шевцова, Л.П. Приемы активизации бобово-ризобиальной системы нута на черноземах Саратовского Правобережья / Л.П. Шевцова, Н.В. Королева, **С.В. Фартуков**, А.И. Марухненко / Матер. Межд. научно-практ. конф. «Инновационные технологии создания и возделывания сельскохозяйственных растений». - Саратов: «Кубик», 2011. – С.132-137 (0,35 п.л.; авт. – 0,15 п.л.).

6. Шьюрова, Н.А. Бараний горох - ценная зернобобовая культура степного засушливого Поволжья / Н.А. Шьюрова, **С.В. Фартуков** / Матер. IX Межд. симпозиума «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования». – Москва, 2011. - С.115-117 (0,24 п.л.; авт. – 0,1 п.л.).

7. Шевцова, Н.А. Приемы активизации зерновой и симбиотической продуктивности нута на черноземах степного Поволжья / Л.П. Шевцова, Н.А. Шьюрова, **С.В. Фартуков** / Матер. Межд. научно-метод. конференции, посвященной памяти акад. РАСХН Немцева Н.С. «Интродукция нетрадиционных и редких растений». - Ульяновск: Ульяновский гостехуниверситет. – 2012. – С.543-548 (0,34 п.л.; авт. – 0,24 п.л.).

8. Шевцова, Л.П. Питательная ценность и целебные свойства нута / Л.П. Шевцова, Н.А. Шьюрова, О.С. Башинская, **С.В. Фартуков** и др. / «Вавиловские чтения – 2016»: Сб. статей Межд. научно-практической конференции – Саратов, 2016. – С.67-68 (0,18 п.л.; авт. – 0,05 п.л.).

9. Шевцова, Л.П. Приемы ресурсосберегающей агротехнологии выращивания нута в сухостепном Поволжье / Л.П. Шевцова, Н.А. Шьюрова, О.С. Башинская, **С.В. Фартуков** и др. / «Вавиловские чтения – 2016»: Сб. статей Межд. научно-практической конференции – Саратов, 2016. – С.83-84 (0,25 п.л.; авт. – 0,06 п.л.).

10. Шевцова, Л.П. Перспективы ростовых и бактериальных препаратов в повышении продуктивности нута в сухостепном Поволжье / Л.П. Шевцова, Н.А. Шьюрова, О.С. Башинская, **С.В. Фартуков** и др. / «Вавиловские чтения – 2017»: Сб. статей Межд. научно-практической конференции – Саратов, 2017. – С.425-429 (0,64 п.л.; авт. – 0,15 п.л.).

11. 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.).