

Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего образования «Саратовский государственный
аграрный университет имени Н.И. Вавилова»

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

Диссертация

на соискание ученой степени кандидата
сельскохозяйственных наук

Научный руководитель: кандидат с.-х. наук,
доцент Шьюрова Наталья Александровна

Саратов 2018

Содержание

	стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР ПО ПРОБЛЕМЕ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ НУТА В СТЕПНОМ ПОВОЛЖЬЕ.....	12
1.1 Значение нута в мировом растениеводстве.....	12
1.2 Морфобиологические основы возделывания нута в степном Поволжье.....	15
1.3 Основные хозяйственно-ценные признаки сортов нута для засушливых условий.....	22
1.4 Влияние сроков посева на продуктивность нута в засушливой зоне.....	24
1.5 Оптимизация густоты стояния растений в посевах нута на каштановых почвах Заволжья.....	29
1.6 Эффективность удобрений в повышении продуктивности нута.....	34
2 ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	40
2.1 Климатические условия зоны.....	40
2.2 Показатели плодородия почвы.....	41
2.3 Погодные условия в годы проведения исследований.....	44
3 СХЕМЫ, МЕТОДИКА И АГРОТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ ПОЛЕВЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ.....	48
3.1 Схемы полевых экспериментов.....	48
3.2 Методика проведения исследований.....	49
3.3 Агротехника на опытном поле.....	53
3.4 Селекционная характеристика изучаемых сортов нута.....	53
4 ВЛИЯНИЕ СРОКА ПОСЕВА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ НУТА В САРАТОВСКОМ ЗАВОЛЖЬЕ.....	57
4.1 Закономерности развития растений нута при различных сроках посева.....	57
4.2 Влияние сроков посева нута на высоту растений и высоту прикрепления нижнего боба.....	60
4.3 Формирование и работа ассимиляционного аппарата.....	62
4.4 Динамика накопления сырой и сухой биомассы.....	67
4.5 Структура и величина биологической урожайности сортов нута при разных сроках посева.....	70
4.6 Влияние сроков посева на содержание белка в зерне изучаемых сортов нута.....	74

5 ВЛИЯНИЕ НОРМЫ ВЫСЕВА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ НУТА В САРАТОВСКОМ ЗАВОЛЖЬЕ.....	77
5.1 Особенности развития растений в посевах сортов нута при разной густоте на единице площади поля	77
5.2 Формирование густоты стояния растений в посевах нута при различных нормах высева.....	79
5.3 Биометрические показатели посевов нута.....	83
5.4 Влияние нормы высева на засоренность агроценозов нута.....	86
5.5 Элементы продуктивности в посевах нута при разной густоте растений на единице площади.....	89
5.6 Влияние нормы высева на формирование биологической урожайности у разных сортов нута.....	92
5.7 Эффективность использования влаги посевами нута.....	94
6 ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБРАБОТКИ СЕМЯН НУТА РИЗОТРОФИ- НОМ В КОМПЛЕКСЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ЗАСУШЛИВЫХ УСЛОВИЯХ.....	98
6.1 Закономерности формирования и работы симбиотического аппарата на корнях нута.....	98
6.2 Динамика питательного режима посевов нута.....	99
6.3 Влияние ризоторфина и минеральных удобрений на фотосинте- тическую деятельность растений в посевах нута.....	106
6.4 Влияние ризоторфина и минеральных удобрений на элементы продуктивности и урожайность нута.....	109
6.5 Особенности накопления белка в зерне нута на различных фонах минерального питания.....	115
7 БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕКОМЕНДУЕМЫХ ПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НУТА.....	118
7.1 Биоэнергетическая оценка.....	118
7.2 Экономическая эффективность.....	122
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	128
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ.....	134
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	135
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	154

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Увеличение производства растительного белка – одна из важнейших проблем современного растениеводства в мировом земледелии. Белок – важнейший компонент пищи человека. Недостаток его вызывает физиологические, функциональные расстройства организма, задержку в росте и развитии, быструю физиологическую и особенно умственную утомляемость. Поэтому уровень благосостояния народа в любой стране мира определяется количеством белка, потребляемого на душу населения в сутки. По данным ФАО, норма его потребления составляет 12% общей калорийности суточного рациона человека, или 90-100 грамм, в том числе 60-70% белка животного происхождения.

Развитие животноводства в стране, обеспечение населения важнейшими продуктами питания существенно сдерживаются недостатком белка в рационах животных. Помимо недобора животноводческой продукции, нехватка белка в кормах приводит к их значительному перерасходу. Для улучшения сбалансированности кормов по белку нужно улучшить структуру зернофуражного производства, увеличить площади и повысить валовые сборы продукции зернобобовых культур.

К наиболее ценным и распространенным бобовым культурам, являющимся высокопитательным продуктом, сырьем для пищевой промышленности и необходимым кормом для сельскохозяйственных животных относятся горох, вика, люпин, соя, фасоль, кормовые бобы, чечевица, нут и чина. В зерне этих культур содержится растительный белок, витамины, углеводы, минеральные соли, жиры и аминокислоты.

Кроме того, бобовые культуры оказывают существенное влияние на повышение плодородия почвы, являются хорошими предшественниками для многих полевых культур, положительно влияют на урожай не только первой культуры, но и последующих в севообороте.

Зернобобовые культуры дают самый дешевый растительный белок. Стоимость 1 тонны переваримого белка, содержащегося в нуте, в 2 раза, в горохе в 2,5-3, а в соевом шроте в 15-18 раз ниже, чем в зерне хлебных злаков, и во много раз ниже, чем в кормовых дрожжах.

Поскольку белок – это азот, включенный в биологический синтез, то общий объем производства растительного белка ограничивается уровнем обеспеченности растений азотными удобрениями и содержанием азота в почве. Бобовые же культуры дают сверхлимитированный, дополнительный белок, включая в биологический круговорот азот воздуха. При благоприятных условиях выращивания бобовые формируют белок в продукции и пополняют его запасы в почве без затрат дефицитных и дорогостоящих минеральных азотных удобрений. Без возделывания бобовых культур немыслимо интенсивное и экологически безопасное земледелие, с сохранением почвенного плодородия.

Основная зернобобовая культура Саратовской области – горох. Но его посевы сосредоточены главным образом в правобережных районах. В степной зоне Среднего и Нижнего Поволжья особый интерес представляют засухоустойчивые и жаростойкие 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 сейчас является самой перспективной зернобобовой культурой для засушливых районов Саратовского Заволжья. Расширение площади его посевов в этой агропроизводственной зоне – актуальная задача, имеющая огромное производственное значение.

Нут может широко возделываться как пищевое и кормовое растение. 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.

Для пищевых целей пригодны в основном сорта нута с белыми семенами. Из них готовят супы, консервы, используют для приготовления кондитерских и колбасных изделий, суррогата кофе и т.д. Особенно большое значение приобретает использование нута в пищевых целях в современных условиях. В засушливом Нижнем Поволжье резко сократилось поголовье сельскохозяйственных животных, упало производство животноводческой продукции, а отсюда значительно снизилось потребление белка животного происхождения: мяса, молока, яиц. Поэтому особенно важным и актуальным является использование растительных белков в питании человека, более широкое применение нута и других бобовых культур в различных отраслях пищевой и перерабатывающей промышленности.

Сорта нута с темной окраской семян возделывают на корм скоту. Они являются ценным сырьем для комбикормовой промышленности. В одном центнере зерна нута содержится 122 кормовые единицы и 22,7 килограмма переваримого протеина. Установлено, что добавление в рацион кормления животных зерна нута повышает переваримость углеводистых кормов. В размолотом виде оно включается в зерносмеси и хорошо поедается крупным рогатым скотом, овцами, свиньями и птицей.

На Краснокутской селекционно-опытной станции разработана технология приготовления из семян нута искусственного молока для выпойки телят. В стеблях и листьях нута, особенно в молодом возрасте, содержится значительное количество кислот (щавелевая, яблочная и др.),

что не позволяет использовать зеленую и сухую массу на корм животным, за исключением овец. Однако зеленую массу нута, убранную в период цветения, можно использовать для приготовления сеной муки.

Сено нута по содержанию протеина, белка, жира и воды почти не отличается от люцернового, но в нем меньше безазотистых экстрактивных веществ и больше клетчатки. Солома нута, убранного на зерно, обладает высокой гигроскопичностью, благодаря чему зимой становится мягкой и хорошо поедается скотом.

В настоящее время в мировом земледелии нут высевается на площади более 11 млн. гектаров и он уступает по распространению только сое, арахису и фасоли. Свыше 8,4 млн. гектаров посевов нута приходится на Индию и Пакистан, 1,4 млн. гектаров - на соседние с ним страны - Иран и Турцию. Значительные площади под нут ежегодно отводятся в Алжире, Афганистане, Иране, Ираке, Сирии, Эфиопии, Испании, Португалии. В последние годы на него обратили внимание в Австралии и Канаде (Тер-Аванесян Д.В., 1960; Corbin E.J., 1975; Katiyar R., 1979; Saxena M.C., 1989; Вавилов П.П. и др., 1983; Посыпанов Г.С. и др., 2007).

В 2014 г. в России нут высевался на площади 465 тыс. га (Зотиков В.И., 2015). Основные посевы его размещались в степных районах Поволжья, Урала и Северного Кавказа, где годовое количество осадков не превышает 350 мм. В последние годы география выращивания нута расширяется. Им стали заниматься в Западно-Сибирском и Центрально-Черноземном регионах России. Это в значительной степени связано с возросшей потребностью нута на мировом рынке, где цена на него значительно выше, чем на другие зернобобовые культуры.

Наибольшие площади посева нута сосредоточены в Саратовской и Волгоградской областях РФ, где нут по урожайности занимает первое место среди зернобобовых культур. При этом, несмотря на скромную среднюю продуктивность в 1,0-1,5 т/га, на сортоучастках и в передовых

хозяйствах его урожайность достигает 3,5-4,5 тонн с 1 гектара. Так, высокие урожаи зерна нута были получены на Еланском ГСУ Волгоградской области – 3,5 т/га, на Пугачевском ГСУ Саратовской области – 4,5 т/га, на сортоучастках Башкирии – до 3,4 т/га, на Лабинском сортоучастке Краснодарского края – 4,1 т/га.

Высокая урожайность нута, повышенное содержание белка в зерне позволяет при хорошей агротехнике получать почти в 2 раза больше белка с единицы площади посева этой культуры по сравнению с такой ведущей зернофуражной культурой, как ячмень. Дальнейшие перспективы развития производства нута в нашей стране, несомненно, связаны с увеличением использования его на кормовые цели. Всероссийским научно-исследовательским институтом зернобобовых и крупяных культур разработана наиболее рациональная схема размещения посевов зернобобовых культур по экономическим районам нашей страны.

Производство зерна нута в России планируется в ближайшее время поднять до 1,0 млн. тонн в год. В перспективе для решения проблемы белка и биологизации земледелия эта ценная культура должна занимать в структуре посевов зерновых в Нижневолжском регионе не менее 10%. В связи с этим совершенствование приемов возделывания нута в нашей засушливой зоне – актуальная задача, имеющая как теоретическое, так и огромное производственное 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 происходящего 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.

1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР ПО ПРОБЛЕМЕ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ НУТА В СТЕПНОМ ПОВОЛЖЬЕ

1.1 Значение нута в мировом растениеводстве

Нут является древнейшей культурой мирового растениеводства, что подтверждают многочисленные раскопки археологов. Культура нута еще в древние времена была известна в Египте, Греции, Риме. По сообщению древних историков, главной пищей римлян был «бараний горошек», под которым подразумевался именно нут. Не случайно на фресках Древнего Египта богиня изображалась в виде коровы, поедающей листья, стебли и бобы этого единственного не увядающего под палящим солнцем Азии растения. Нут очень неприхотлив при возделывании и отличается от других подобных ему растений широким спектром полезных качеств. О нем упоминали в своих рукописях великие философы древности Плиний и Гомер (Балашов В.В., Балашов А.В., Патрин И.Т., 2002).

Исторически нут особенно широко возделывался в странах с остро-засушливым климатом (Попов М.Г., 1928). На землях Палестины археологи нашли семена нута, отлично сохранившиеся с IV в. до Рождества Христова (Жуковский П.М., 1971). В Грузии и Армении нут был известен с VII века до н.э. и проник сюда из стран юго-западной Азии и Средиземноморья (Декаприевич А.А., 1926). Считается, что в Средней Азии нут также возделывается с VII века до н.э. (Прозорова К.Г., 1927).

Первое упоминание о нуте в России относится к 70-м годам XVIII века. По мнению профессора Я. Савченко (1926) войны, которые вела Россия с Турцией, походы на Балканы, способствовали проникновению нута в нашу страну. На Украине, тогда входившей в российскую империю, его называли пузырьник, поповник, свеча, сочевица, хлопунец. Также возможно, что нут был завезен греческими купцами, которые приезжали на Укра-

ину за товарами. Нут был очень популярен и во многих регионах России, о чем свидетельствуют присвоенные ему многочисленные ласковые народные имена: в Нижнем Поволжье его называли турецкий, казацкий, кофейный, лохматый горох; в Саратовской губернии – бараний или двузерный горох, волохатый, волжский горох; в Воронежской губернии – грецкий горох, иерусалимский горох, в Томской губернии – жабчик, котик, мохнатка (Мирошниченко И.И., Павлова А.М., 1953).

Во времена СССР посеы нута повсеместно размещались на территории Казахстана, республик Средней Азии (Туркмения, Узбекистан) и Закавказья (Армения, Азербайджан), в степных районах Украины и Молдавии, на Северном Кавказе (в районах недостаточного увлажнения Краснодарского и Ставропольского краев и в предгорных районах Дагестана) и Нижнем и Среднем Поволжье (Беднарская И.Г., 1989).

Ряд исследователей, опираясь на данные географических опытов, считали, что северная граница возделывания нута в нашей стране может проходить через Курск, Воронеж, Тамбов, Пензу, Казань, Самару (Мирошниченко И.И., Павлова А.М., 1953; Ливанов К.В., 1963).

Однако, опыты, проведенные в Главном Ботаническом саду (г. Москва) и РГУ-МСХ имени К.А. Тимирязева, показали, что нут может практически ежегодно вызревать и в Московской области.

Хотя дикие сородичи нута сейчас неизвестны, но его возделываемые крупносеменные формы сосредоточены в странах Средиземноморья, а мелкосеменные – в районах Юго-Западной Азии.

О происхождении культурного нута у ученых до сих пор нет единого мнения. Известный швейцарский ботаник А. Декандоль (1885) утверждал, что нут был когда то дикорастущим видом, имеющим собственный ареал распространения. Но русский ученый М.Г. Попов (1928-1929) думал совсем иначе: по его мнению, нут никогда не был диким, а с самого начала являлся культурным растением, т.к. его получили в результате скрещива-

ния нута перисто-расщепленного с каким-то другим культурным видом этого рода. Возможно в процессе расщепления этого гибрида могли появиться формы нута перисто-расщепленного с увеличенным числом пар листочков, с более крупными цветками и гладкими семенами. Подобные формы были очень близки к нуту культурному. О гибридном происхождении культуры нута также высказывались Г.М. Койнов (1968), П.М. Жуковский (1971), И.Г. Беднарская (1989).

В современной ботанической классификации нут относится к роду *Cicer* L., трибе *Cicerinae*, семейства бобовых *Fabaceae*. Род нута объединяет 27 видов, из них 5 – однолетних и 22 – многолетних (Мирошниченко Н.И., Павлова А.М., 1953; Жуковский П.М., 1971).

В мировом растениеводстве используется для возделывания два хозяйственных типа нута – дези и кабули. Дези имеет относительно небольшие зерна, имеющие черную, коричневую, желтую, серую окраску и угловатую форму. Зерно кабули более крупное, белого цвета и округлой формы (Балашов В.В., Балашов А.В., Патрин И.Т., 2002).

Возделываемый в России нут культурный – *Cicer arietinum* L. включает оба типа - дези и кабули. Из краснокутских сортов представителем типа дези является краснозерный сорт кормового типа Краснокутский 123, а представителями типа кабули – Краснокутский 36, Золотой юбилей, Вектор и другие белозерные пищевые сорта.

Внутривидовая классификация *Cicer arietinum* была разработана Г.М. Поповой (1937) – в ее основу положен эколого-систематический метод с учетом дифференциации и эволюции вида.

По сочетанию вегетативных и генеративных признаков (размер листьев, форма, величина и окраска семян, окраска цветка) выделено 4 подвида нута культурного: 1 – восточный (*orientale*, G.Pop.); 2 – азиатский (*asiaticum*, G.Pop.); 3 – европейско-азиатский (*euroasiaticum*, G.Pop.); 4 – средиземноморский (*mediterraneum*, G.Pop.).

Подвиды культурного нута по сочетанию морфологических признаков и биологических свойств делятся на экологические группы, приуроченные к определенным географическим районам мира. И.В. Сеферовой (1996) на основании систематик М.Г. Попова (1928-1929), Г.М. Поповой (1937), Maesen (1972) предложена ботаническая система, включающая 22 разновидности культурного нута, различающиеся по качественным, наследуемым признакам формы и окраски семян.

1.2 Морфобиологические основы возделывания нута в степном Поволжье

Нут – однолетнее травянистое растение, морфологически и биологически исключительно приспособленное к очень «жестким» экологическим условиям засушливого степного Поволжья.

Корневая система нута – стержневая. Главный корень нутового растения проникает в почву на глубину около 100 см. От главного корня отходят боковые корни второго порядка, которые в свою очередь разветвляются на мелкие корешки. Около половины корневой системы нута сосредоточено в пахотном горизонте, а остальные корни во главе с главным проникают в более глубокие слои. Глубоко проникающая и хорошо разветвленная корневая система позволяет нуту лучше использовать влагу и элементы питания из всех горизонтов почвы.

В первую половину вегетации у нута отмечается преимущественное формирование корневой системы. По мнению всех ученых, изучавших этот процесс, соотношение надземной части растения и корней в этот период может характеризовать степень приспособленности конкретной культуры к засушливым условиям выращивания. По экспериментальным данным А.А. Корнилова и др. (1982), в возрасте 20 дней соотношение надземной массы к массе корней составляло: у гороха 2,5:1, у нута – 1,2:1.

За счет такого выгодного соотношения растения нута лучше обеспечивают надземную массу влагой и меньше страдают от засухи.

На корнях нута в результате жизнедеятельности клубеньковых бактерий образуются колонии клубеньков, усваивающие азот из воздуха и накапливающие его в почве (Мирошниченко Н.И., Павлова А.М., 1953; Ливанов К.В., 1963; Посыпанов Г.С. и др., 2007).

Особенно ценным качеством растения нута является способность долго сохранять влагу в листьях и стеблях, определяемая особенностями строения этих надземных органов. Стебель нута прямостоячий, ребристый, жесткий, ветвящийся, высотой от 20 до 70 см (Малинина Е.Е., 1947; Елсуков М.П., 1954). При созревании стебель древеснеет, поэтому не полегает. От главного стебля отходят ветви первого порядка. Характер ветвления у разных сортов нута может сильно различаться.

Листья нута с коротким черешком, сложные, непарноперистые, опушенные. Количество листочков в листе нута по высоте стебля бывает различным: в нижней части – 5-7, в средней – 15-17 шт. Мелкие листочки нута способны долго удерживать влагу даже в жару. Исследованиями ученых Краснокутской селекционно-опытной станции установлено, что количество связанной воды в листьях нута на протяжении всей вегетации значительно больше, чем у других зернобобовых культур – содержание ее от всходов до полной спелости колебалось от 40,4 до 36,3%, при изменении от 20,8 до 13,1% у гороха (Германцева Н.И., 2001).

Николай Иванович Вавилов (1922) писал, что высокая засухоустойчивость и жаростойкость нута, обусловлена тем, что он по сравнению с другими зернобобовыми культурами имеет самое высокое осмотическое давление клеточного сока в листьях.

Цветки нута одиночные, пазушные, мелкие, белой, розовой, красно-фиолетовой окраски. В период цветения на одном растении одновременно может быть раскрыто до 25-30 цветков. Позднеспелые сорта образуют

большее число цветков (Койнов Г.М., 1968). Нут – самоопыляющееся растение, но возможно и перекрестное опыление.

Плоды нута – бобы, короткие (длиной около 2-3 см), вздутые, односеменные (очень редко в бобе закладывается два зерна), овальной формы, соломенно-желтые или темно-фиолетовые с антоциановым отливом, густо опушенные. Число бобов на растении нута меняется в очень широких пределах – от 11 до 110 штук и более (Койнов Г.М., Радков П., 1970). Ценным хозяйственным признаком нута является то, что его плоды, в отличие от плодов многих других зернобобовых культур, при созревании не растрескиваются и зерно не высыпается, что заметно уменьшает потери при уборке урожая нута. Большое хозяйственное значение имеет и высота прикрепления самых крупных нижних бобов на стеблях нута – у современных сортов она составляет 20-27 см (Балашов В.В., Балашов А.В., Патрин И.Т., 2002).

Семена нута – округлые, иногда слегка угловатые, с выдающимся носиком (похожи на баранью голову), светло-желтые, коричневые или черные. В зрелом состоянии зерна отрываются от бобов, и плод гремит при встряхивании. Масса 1000 зерен нута составляет 200-300 г, у некоторых крупнозерных сортов – до 500-600 грамм (Малинина Е.Е., 1947; Мирошниченко Н.И., Павлова А.М., 1953; Койнов Г.М., Радков П., 1970; Вавилов П.П. и др., 1983, Вавилов П.П. и др., 1986; Балашов В.В., 1985; Германцева Н.И., 1999,2001,2011; Коренев Г.В. и др., 1999; Балашов В.В., Балашов А.В., Патрин И.Т., 2002; Третьяков Н.Н. и др., 2002; Посыпанов Г.С. и др., 2007; Kadam B.C., Kulkarni R.K., Patel S.M.,1938).

Волоски, которыми покрыты стебли, листья и плоды нута заметно уменьшают испарение влаги и повышают засухоустойчивость растений. Кроме снижения испарения влаги, волоски имеют еще одно достоинство – они обильно выделяют яблочную и щавелевую кислоты, которые успешно

защищают нут от многих вредителей без применения инсектицидов (Балашов В.В., Балашов А.В., Патрин И.Т., 2002).

По своим биологическим свойствам нут также хорошо адаптирован к условиям засушливого степного Поволжья. Он легко переносит жаркое лето, суховеи и засухи. Это теплолюбивое растение, более требовательное к теплу, чем широко распространенные в нашей зоне горох и чечевица (Дамиель А.Х., 1931; Мирошниченко И.И., Павлова А.М., 1953; Прянишников Д.Н., 1962, Ливанов К.В., 1963; Койнов Г.М., 1968, Балашов В.В., 1985; Вавилов П.П. и др., 1983, Вавилов П.П. и др., 1986; Коренев Г.В. и др., 1999; Муха В.Д., 2001; Третьяков Н.Н. и др., 2002; Балашов В.В. и др., 2002, 2009; Посыпанов Г.С. и др., 2007).

Исследования показали, что требовательность нута к температуре различна в зависимости от возраста растений. Семена его начинают прорастать при температуре $+2-3^{\circ}\text{C}$, быстро и дружно прорастают на 9-10-й день после посева при температуре $+6-8^{\circ}\text{C}$ (Енкен В.Б., Матюкевич М.А., 1946; Ливанов К.В., 1963; Коровин А.И., 1984). Всходы нута выдерживают кратковременные заморозки до $-6-8^{\circ}\text{C}$ (Ливанов К.В., 1963; Андреев Н.Г., 1975), по другим исследованиям – до $9-11^{\circ}\text{C}$ (Конюхов Г.И., 1962; Вавилов П.П. и др., 1986; Коренев Г.В., 1999; Балашов В.В., Балашов А.В., Патрин И.Т., 2002; Посыпанов Г.С. и др., 2007).

После появления всходов нут предъявляет повышенные требования к теплу, особенно в период цветения-плодообразования. В это время нут нормально развивается при температуре воздуха не ниже $+20^{\circ}\text{C}$, а еще лучше при $+25-30^{\circ}\text{C}$. Сумма активных среднесуточных температур, необходимых для полного созревания нута, по данным ряда исследований, находится в пределах $1800-2000^{\circ}\text{C}$ (Кульжинский С.П., 1948; Павлова А.М., 1953; Елсуков М.П., 1954; Корнилов А.А., 1960; Ливанов К.В., 1963; Андреев Н.Г., 1975; Вавилов П.П. и др., 1986; Коренев Г.И. и др., 1999; Третьяков Н.Н. и др., 2002; Посыпанов Г.С. и др., 2007).

Нут лучше всех других однолетних зернобобовых культур переносит высокие температуры воздуха и его растения отличаются повышенной жаростойкостью. Так, в условиях сильнейшей засухи 1998 года, когда за период с мая по август ГТК был на уровне 0,17, в степном Заволжье выжили и дали урожай только сорго, просо, яровая пшеница и нут, а посевы многих культур погибли. На Краснокутской селекционно-опытной станции Саратовского Заволжья посевы ячменя погибли, яровая пшеница дала всего 0,2 т/га, а нут – 0,39 т/га (Германцева Н.И., 2011)

По засухоустойчивости нут занимает одно из первых мест среди однолетних зернобобовых культур, немного уступая только кормовой культуре чине (Годунова К.Н., 1943, 1944; Малинина Е.Е., 1947; Артюков Н.А., 1958, 1959; Корнилов А.А., 1960; Ливанов К.В., 1959, 1963; Лысак А.П., 1963, 1967; Гольдварг Б.А., 1964; Дрыгина И., 1966; Гусева Л.П., 1967; Костина В.С., 1970; Пылов А.П., 1973; Корбут К.Р., 1974; Сысоев Ю.А., 1977; Балашов В.В., 1985; Германцева Н.И., 1999, 2001, 2011; Балашов В.В., Балашов А.В., Патрин И.Т., 2002; Посыпанов Г.С. и др., 2007; Балашов В.В., 2009).

Семенам нута для набухания необходимо больше воды, чем семенам многих других зернобобовых культур. Однако затем во время вегетации он легко переносит почвенную и воздушную засуху, что показывает его высокую экологическую адаптацию к условиям засушливых степных регионов России. В период засухи он прекращает развитие, а при наступлении благоприятных погодных условий снова начинает расти и дает хороший урожай полноценных зерен (Сысоев Ю.А., 1977). В ряде проведенных исследований установлено, что наибольшую потребность во влаге растения нута испытывают в период образования бобов (Белецкий Н.Н., 1931; Гребенникова Л.П., 1946; Сысоев Ю.А., 1977). Высокой засухоустойчивости нута способствует мощно развитая корневая система и экономное расходование влаги надземной массой.

Нут более засухоустойчив и менее требователен к увлажнению, чем кормовые бобы, горох, вика, чечевица, соя, фасоль и другие однолетние зернобобовые культуры. Однако избыточное увлажнение в холодную погоду неблагоприятно для его роста и развития нута - он сильно поражается грибными болезнями – аскохитозом, антракнозом, фузариозом и т. д. (Енкен В.Б., 1946). Но в засушливых районах Юго-Востока России, где обычно сухое и жаркое лето, эти заболевания не имеют серьезного практического значения. Кроме того, выведены селекционные сорта нута, устойчивые против этих заболеваний (Ливанов К.В., 1963; Вавилов П.П. и др., 1986; Коренев Г.В. и др., 1999; Германцева Н.И., 2001, 2011; Балашов В.В. и др., 2002, 2009; Посыпанов Г.С. и др., 2007).

Цветение у нута закрытого типа, что характеризует его как растение самоопыляющееся. Однако возможно и перекрестное опыление дикими насекомыми, в результате чего в посевах появляются естественные гибриды. Для оплодотворения наиболее благоприятна ясная и теплая погода. Если цветение совпадает с холодной и дождливой погодой, то много неразвившихся бутонов опадает, завязывается мало бобов. Но цветение продолжается, формируются новые побеги и завязывается большое количество бобов, хотя созревание зерна может оттягиваться. При обычных в степном Поволжье засушливых условиях вегетации созревание зерна нута в отличие от других зернобобовых культур происходит дружно и заканчивается в конце июля - начале августа.

Нут предъявляет невысокие требования к почвам (Малинина Е.Е., 1947; Коварский А.Е., 1948; Кульжинский С.П., 1948; Прянишников Д.Н., 1962; Зыков Ю.Д., 1963; Асалиев А.И., Серов В.М., 1970; Германцева Н.И., 2001; Балашов В.В., Балашов А.В., Патрин И.Т., 2002; Посыпанов Г.С. и др., 2007; Балашов В.В., 2009). Лучшими для нута являются черноземные почвы, хорошими – каштановые почвы. На супесчаных, песчаных, каменистых и даже солонцеватых почвах он дает удовлетворительные

урожаи при внесении минеральных удобрений (Малинина Е.Е., 1947; Гуцин И.В., 1950; Авраменко Р.В., 1964; Валиев П.М., 1969; Ливанов К.В., 1963). В то же время на кислых, переувлажненных, заболоченных почвах он растет плохо, погибает или дает низкие урожаи.

Клубеньки, образующиеся на корнях нута в результате жизнедеятельности симбиотических клубеньковых бактерий, заметно снижают его потребности к плодородию почвы, особенно в отношении обеспечения растений доступным азотом (Мирошниченко И.И., Павлова А.М., 1953; Ливанов К.В., 1963; Шевцова Л.П., 2000). После уборки нут оставляет в почве 50-60 кг на гектар и более биологического азота, который хорошо усваивается последующими полевыми культурами севооборотов (Балашов В.В., Балашов А.В., Патрин И.Т., 2002).

Нут – светлюбивое длиннодневное растение (Ливанов К.В., 1963; Балашов В.В., Балашов А.В., Патрин И.Т., 2002; Maesen L., 1972;). Короткий день замедляет его развитие. Нут созревает раньше вики, фасоли и сои, но несколько позже, чем горох, чина и чечевица.

В отличие от других широко возделываемых человеком зернобобовых культур нут слабо повреждается гороховой зерновкой (брухусом), но заметно страдает от нутовой минирующей мухи.

Таким образом, результаты проведенного анализа литературных данных показывают, что нут, обладая высокой засухоустойчивостью и нетребовательностью к почвам, отличается исключительной адаптацией к острозасушливым условиям Саратовского Заволжья и обеспечивает здесь наивысшую продуктивность из всех зернобобовых культур. По этим показателям с ним может конкурировать только лишь кормовая культура чина. Однако при равнозначными с чиной засухоустойчивостью и способностью поддерживать почвенное плодородие, нут обладает целым рядом только ему присущих хозяйственно-полезных признаков среди которых устойчивость к вредителям и болезням, нестрессиваемость

бобов, пригодность к механизированной уборке, стабильная урожайность по годам. Эти несомненные его достоинства привлекают производителей и выдвигают нут в качестве ведущей зернобобовой культуры засушливого степного Поволжья.

1.3 Основные хозяйственно-ценные признаки сортов нута для засушливых условий

Селекция нута в России ведется с 30-х годов прошлого века. Впервые селекция нута на научной основе в нашей стране была организована в 1931 году на Краснокутской опытной станции, а в 1963 году – в Волгограде. В тот начальный период селекции основная задача заключалась в выведении засухоустойчивых сортов нута для степной зоны (Константинов П.Н., 1926; Семенова М.А., 1933).

Широкое изучение и производственное испытание первых созданных селекционерами сортов нута выявило ряд явных недостатков: раскидистая форма куста, низкорослость и очень низкое прикрепление нижних бобов, что приводило к значительным потерям урожая при комбайновой уборке (Малинина Е.Е., 1947). В этой связи в качестве основной перед учеными селекционерами была поставлена задача получения засухоустойчивых, высокорослых и высокоурожайных сортов, пригодных к механизированной уборке.

Сорта, выведенные в 30-60-е годы прошлого века (Краснокутский 195, Краснокутский черный 431, Северный 2, Золотой, Скороспелка) имели отдельные положительные качества, но не обладали полным комплексом отмеченных выше требований и не получили внедрения в производство. Выделился лишь сорт Юбилейный селекции Краснокутской селекционно-опытной станции (автор Е.Е. Малинина), у которого высокая урожайность сочеталась с полуштамбовой формой куста, большим ростом

и высоким прикреплением бобов. Этот сорт оказался хорошо пригодным для механизированной уборки и был районирован в 1954 году во многих областях степного Поволжья. Однако производственное испытание созданных в Волгограде и Красном Куте сортов в более влагообеспеченных регионах России выявило существенный недостаток - слабую устойчивость к аскохитозу (Ведышева Р.Г., 1966,1970; Лысак А.П., 1967а, 1967б; Инякина А.С. и др., 1968; Енкен В.Б., 1971). В связи с этим в дальнейшей селекционной работе добавилось направление по выведению устойчивых к аскохитозу форм с высоким качеством зерна (Германцева Н.И.,1967,1973, 1978,1984; Германцева Н.И. и др.,1979,1988, 1999, 2000, 2001; Балашов В.В., 1985,2009). Это, несомненно, необходимо для дальнейшего продвижения культуры в черноземные районы Саратовской, Самарской областей, а также в Пензенскую, Тамбовскую, Воронежскую и другие области центральной России, где нут показывает высокую урожайность и его возделывание может быть эффективным.

Большие успехи в селекции нута достигнуты в нашей зоне в последние тридцать лет. В этот период в условиях равнинной острозасушливой богарной зоны степного Поволжья в селекционный процесс были вовлечены более 1000 образцов нута, принадлежащих к разным эколого-географическим группам (Индийской, Туркестанской, Иранской, Южно-Европейской). Была выведена большая группа высоко адаптивных сортов нута, устойчивых к засухе и аскохитозу, высокопродуктивных и отличающихся хорошим качеством зерна, имеющих высокий прямостоячий, компактный куст с высоким прикреплением мало осыпающихся и не растрескивающихся бобов, что позволяет убирать его прямым комбинированием и без значительных потерь урожая. Это такие сорта как Краснокутский 36, Краснокутский 123, Волгоградский 5, Волгоградский 10, Приво 1, рекомендованные к широкому производственному использованию в засушливом Поволжье (Германцева

Н.И., 2001; Балашов В.В., Балашов А.В., Патрин И.Т., 2002; Германцева Н.И., 2001; Балашов В.В., 2009; Балашов А.В., 2011).

Кроме того, в последние годы в Государственный Реестр селекционных достижений Российской Федерации внесен еще ряд высокопродуктивных сортов нута, в том числе в Нижневолжском и Средневолжском регионах нашей страны – это Вектор, Золотой Юбилей, Бонус, Галилео, Шарик. Эти сорта нового поколения обладают высокой потенциальной продуктивностью – до 3 тонн с 1 гектара. Однако сегодняшняя урожайность нута в производстве остается низкой – 0,6-0,8 т/га. Главная причина – слабая изученность биологических особенностей нута и недостаточная разработка ведущих зональных приемов его возделывания.

1.4 Влияние сроков посева на продуктивность нута в засушливой зоне

Урожайность нута в засушливой зоне в большой степени зависит от эффективности использования имеющихся ресурсов влаги – запасов весенней продуктивной влаги в почве и выпадающих осадков летнего периода. Важнейшим моментом при этом является использование высококачественных семян, грамотное регулирование элементов посевного комплекса – определение лучшего срока посева, рационального способа посева и оптимальной нормы высева.

В комплексе агротехнических мероприятий по возделыванию сельскохозяйственных культур в условиях засушливого степного Поволжья огромное значение имеет срок посева. Он определяет степень удовлетворенности потребности растений в тепле и влаге в весенний период, когда осуществляется особое влияние на начальное развитие растений. Сроки посева зависят от биологических особенностей сорта,

климатических и погодных условий, типа почвы и других факторов. Высокая изменчивость этих факторов даже в отдельной почвенно-климатической зоне не позволяет заранее определить сроки посева нута.

От срока посева зависят дружность и полнота всходов, интенсивность роста и развития растений нута. Срок посева определяют с учетом влажности почвы в слое заделки семян, сорта, предшественника, состояния почвы и других природных и агротехнических факторов.

Получение дружных и густых всходов нута в наибольшей степени зависит от предпосевных запасов влаги, которые влияют на длительность периодов посев - всходы и всходы - цветение. При недостатке влаги в почве увеличивается продолжительность фаз набухания и прорастания семян, а также появления всходов, но затем сокращается продолжительность ветвления, бутонизации, цветения и всех последующих фаз.

Сорта интенсивного типа требуется высевать в более сжатые сроки и несколько позже, чем обычные, которые лучше переносят растянутость сроков посева. Ранний посев интенсивных сортов приводит к ослаблению сопротивляемости болезням и вредителям. Более пластичные сорта меньше реагируют на изменение сроков посева, чем менее пластичные.

Посев нута в оптимальные сроки обеспечивает дружные и равномерные всходы, активный рост и развитие растений, позволяет лучше использовать гидротермические и радиационные ресурсы на создание урожая и формирование высокого качества зерна.

Однако теплолюбивость нута и одновременно высокая холодостойкость и устойчивость к заморозкам в начальный период роста, а также высокая потребность семян к влаге делают выбор оптимального срока посева трудной проблемой в технологии возделывания культуры. Как слишком ранний посев, так и запаздывание с ним приводят к заметному снижению полевой всхожести семян нута. Обобщение результатов исследований по срокам посева нута, полученных в различных

зонах его возделывания, показало, что в агротехническом комплексе именно сроки сева – важный фактор, определяющий характер роста и развития, а также уровень семенной продуктивности посевов культуры (Ливанов К.В., 1963; П.П. и др., 1986; Германцева Н.И., 2001; Шевцова Л.П., 2000; , Посыпанов Г.С. и др., 2007; Балашов В.В., 2009).

Анализ имеющихся научно-практических данных показывает, что нут формирует высокую урожайность в узком интервале сроков посева – не более 5-7 дней. Посев в оптимальные сроки обеспечивает появление дружных всходов и создает неблагоприятные условия для развития сорняков. Запоздывание со сроками посева неблагоприятно сказывается на формировании необходимой густоты стояния растений.

Большинство исследователей считают, что лучшие сроки посева нута для основных районов его возделывания в зоне сухих степей Поволжья – ранневесенние (Ливанов К.В., 1963; Андреев Н.Г., 1975; Коренев Г.В. и др., 1999; Германцева Н.И., 1999, 2000, 2001, 2011; Шьюрова Н.А., 20043; Посыпанов Г.С. и др., 2007; Шевцова Л.П., 2012).

П.П. Бегучев и А.В. Гриднев (1961), изучая сроки посева для сорта Юбилейный на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья, пришли к выводу, что в этих условиях нут нужно сеять как можно раньше. При раннем сроке семена нута дружно прорастали, всходы появлялись на 10-12 сутки. Запоздывание с посевом на 20 суток уменьшало полевую всхожесть семян нута с 94,8% до 81,5%. Поздние посева получались изреженными, а урожайность снижалась на 3,7 ц/га.

В семидесятые годы прошлого столетия на Краснокутской селекционно-опытной станции Н.И. Германцевой (1975, 1981) были проведены опыты по изучению влияния сроков сева на урожайность сорта нута Юбилейный в условиях засушливого Саратовского Заволжья. В среднем за четыре года самый высокий урожай был получен при раннем сроке сева – на 4-5-й день после начала сева ячменя. Посев на 10-й день показал снижение

урожайности на 39%, а при посеве на 15-й день урожайность нута снизилась на 49% по сравнению с урожайностью первого срока посева. При этом в годы средней и хорошей влагообеспеченности разница в урожайности между вариантами с разными сроками сева была меньше.

В исследованиях Л.П. Шевцовой (2000) также установлено, что лучший срок посева нута для степных районов Нижнего Поволжья – ранний в середине апреля при температуре верхнего посевного слоя почвы $+4-5^{\circ}\text{C}$ (первые дни посева ранних яровых зерновых культур – овса, ячменя, яровой пшеницы) обязательно во влажную почву, так как его семенам необходимо очень много влаги для прорастания.

Ранние сроки посева имели преимущество на Кубани. По данным В.Б. Енкена (1946, 1960), ранние посевы нута лучше использовали влагу, накопленную в почве в осенне-зимний период, и имели преимущество в развитии растений перед посевами более поздних сроков.

На черноземах Оренбургской области в опытах Т.С. Косенко (1974), во все годы исследований наблюдалось закономерное снижение урожайности нута от ранних сроков посева к более поздним. Ранний посев проводился в первые три дня сева яровых ранних культур. Ранние сроки характеризовались сокращением вегетационного периода, но при этом количество бобов на растении нута в среднем за три года было больше, чем на втором сроке посева. Влажность зерна нута при уборке первых сроков посева оказалась наименьшей и составила 11-12%, а в урожае поздних сроков посева она увеличивалась до 27-29%.

В то же время по данным О.А. Арензон (1997), В.В. Балашова и др. (2002), А.В. Балашова (2011), Т.В. Подольской (2009) наиболее благоприятные условия для роста, развития и формирования высокой продуктивности растений нута в степной зоне Нижнего Поволжья – создаются при его посеве в средние сроки – в конце апреля-начале мая, когда посевной слой почвы прогревается до $+8-10^{\circ}\text{C}$. В степной зоне часто

после посева наблюдается резкое снижение температуры воздуха и почвы. При этом семена и проростки нута в холодной почве сильно поражаются патогенными микроорганизмами, что снижает их полевую всхожесть. Так, по данным В.В. Балашова, А.В. Балашова, И.Т. Патрина (2002) при посеве нута в Волгоградской области наивысшая полевая всхожесть семян составила 80% в средние сроки. Чтобы сохранить ее на высоком уровне, в холодную весну перед посевом семена рекомендуется обрабатывать фентиурамом или ТМГД в дозе 3-4 кг/т семян. В среднем за три года при обработке семян нута перед посевом ТМГД в дозе 4 кг/т их полевая всхожесть составила 71%, а на контроле без обработки – 49%. При этом урожайность составила 1,17 и 0,97 т/га соответственно.

Н.В. Ледовский (2004) и Г.А. Хасанов (2004) считают засоренность поля определяющим фактором при выборе срока посева – при отсутствии сорняков лучшие результаты дает ранний посев, а при высокой засоренности – рациональнее уничтожить сорняки предпосевными обработками почвы, сдвинув посев на более поздние сроки. Также отмечается, что проведение дополнительных предпосевных культиваций в связи с улучшением аэрации стимулирует образование клубеньков.

При изучении этого вопроса установлено, что очень опасны как чрезмерно ранние, так и слишком поздние сроки сева. При раннем посеве в условиях влажной и холодной весны происходит затягивание всходов, сильное поражение семян и растений болезнями. В то же время при поздних сроках сева растения нута не успевают хорошо укорениться и разветвиться. Хотя фитосанитарное состояние таких посевов часто бывает хорошим, урожайность их резко снижается, так как формируется изреженный стеблестой, мелкие бобы и семена. Особенно низкоурожайными поздние посевы бывают в годы с поздней весной и засушливым летом, когда отмечается слабое весеннее ветвление, на растениях закладывается мало бобов и многие из них бывают пустыми.

Сроки посева нута оказывают существенное влияние и на качество зерна. Исследования показывают, что более высокое содержание белка в зерне нута отмечается на ранних сроках посева.

В последние годы районирован ряд новых сортов нута – Золотой юбилей, Вектор, Бонус, Шарик. Как показывают результаты исследований Краснокутской селекционно-опытной станции, НИИСХ Юго-Востока, ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» требуется уточнение сроков посева этих сортов в нашем сухостепном регионе.

1.5 Оптимизация густоты стояния растений в посевах нута на каштановых почвах Заволжья

Большое значение в технологии возделывания нута имеет норма высева. Она устанавливается по количеству всхожих семян на 1 гектар для каждой зоны по данным научно-исследовательских учреждений. Только ее оптимальные параметры обеспечивают наилучшее размещение растений на единице площади поля, что позволяет наиболее эффективно использовать агробиологические ресурсы в процессе реализации потенциальной продуктивности посевов.

По вопросу оптимальной нормы высева мнения ученых и практиков различаются в значительной степени, а иногда и противоречат друг другу. Это вполне объяснимо, так как возделываемые сорта нута сильно отличаются друг от друга по морфологическим признакам и биологическим свойствам. Одни из них интенсивно растут и сильно ветвятся, наращивая большой объем надземной вегетативной массы, другие, напротив, имеют компактную форму куста и образуют меньше бобов, поэтому вполне логично предположить, что значительные различия в морфологии и биологии следует учитывать при определении способа посева и норм высева.

Долгое время считалось, что нут слабо реагирует на изменение норм высева (Мирошниченко И.И., Павлова А.М., 1953). Однако исследования показали реакцию нормы высева нута на ряд факторов.

В тридцатые годы прошлого века – в начале освоения и внедрения нута в производство, его считали пропашной культурой и применяли широкорядные посевы с небольшой нормой высева 70-100 кг на 1 га. Практиковалась различная ширина междурядий – 60,45 и 30 см.

В последние годы в ряде исследований установлено преимущество рядового способа посева нута с высокими нормами высева – 1,0-1,3 млн. всхожих семян на гектар, при которых в зависимости от сорта и почвенно-климатических условий достигаются значительные прибавки урожайности зерна, в сравнении с широкорядным способом посева небольшими нормами высева – менее 0,5 млн. шт./га.

Вопрос оптимизации нормы высева нута, по мнению большинства ученых и практиков, должен рассматриваться в комплексе с другими агробиологическими факторами – во взаимосвязи со способом и сроком посева, типом почвы, запасами влаги, засоренностью поля, уровнем агротехники, сортовыми особенностями, целью выращивания и т.д.

Анализ имеющихся научно-производственных результатов показывает, что вопрос установления оптимальной нормы высева нута для зоны сухих степей Поволжья окончательно не решен. Имеющиеся рекомендации не обоснованы научными данными и противоречивы.

По данным Г.С. Посыпанова (2007) оптимальная норма высева нута в основных степных районах его возделывания в Российской Федерации при рядовом способе посева составляет 0,6-0,8 млн. всхожих семян на 1 гектар, а при широкорядном способе посева с междурядьями 45 см – 0,5-0,7 млн. всхожих семян на 1 гектар.

Н.Н. Третьяков, Б.А. Ягодин, А.М. Туликов и др. (2002) рекомендуют в степных районах России при рядовом способе посева

применять норму высева 0,6-0,9 млн. всхожих семян на 1 га (120-200 кг), а при широкорядном способе посева с междурядьями 45 см или ленточном 45+15 см, 60+15 см – 0,4-0,5 млн шт./га (100-120 кг/га).

На Краснокутской опытной станции Саратовского Заволжья в пятидесятые-шестидесятые годы прошлого столетия нормы высева нута изучал К.В. Ливанов (1963). По его данным увеличение нормы высева с 0,4 до 0,6 млн всхожих семян на гектар во влагообеспеченные годы повышало сбор зерна с 8,3 до 10,5 ц с гектара, а при больших нормах высева урожайность существенно не повышалась. В то же время заметное биологическое подавление сорняков отмечалось при рядовом способе посева повышенной нормой высева семян – 1,2 млн. всхожих семян на гектар. Количество сорняков при повышенной норме высева было меньше на 28%, по сравнению с высевом 0,9 млн. всхожих семян на гектар.

Н.Г. Андреев (1975) определил, что в степном Поволжье нут следует сеять нормой высева 0,4-0,6 млн. всхожих семян на 1 гектар (при этом весовая норма составляет 80-120 кг/га). Увеличение нормы высева с 0,6 до 1,0 млн. всхожих семян на гектар приводило к снижению урожайности на 25%, а при норме высева 1,2 млн. – на 31%.

Исследованиями Н.И. Германцевой и А.Н. Филатова (1979, 1981, 2001) установлено, что в условиях сухостепного Саратовского Заволжья наивысшую урожайность в годы со средним и высоким увлажнением обеспечивали рядовые посевы нута нормой высева 0,6-0,8 млн. всхожих семян на 1 гектар, но в засушливые годы более предпочтителен широко-рядный или ленточный способ посева с меньшей нормой.

Результаты опытов Л.П. Шевцовой (2000) показали, что на южных черноземах центральной правобережной микрозоны Саратовской области наивысшая урожайность получена на черезрядных посевах с нормой 0,8 млн. всхожих семян на 1 га, а на темно-каштановых почвах центрального Левобережья – при норме высева 0,6 млн. штук семян на 1 га.

Н.А. Шьюрова (2004) в степной и сухостепной зонах Саратовской области в зависимости от складывающихся погодных условий, состояния поля по засоренности и запасам влаги рекомендует проводить посев нута с дифференциацией способов и норм высева: на чистых от сорняков полях и при возможности механического искоренения однолетних сорняков до и после появления всходов, в условиях дефицита семян следует применять черезрядный способ посева с нормой высева 0,65-0,85 млн всхожих семян на гектар; при остаточных запасах влаги в метровом слое почвы (90-100 и более мм) посев следует проводить рядовым способом с междурядьями 15 см нормой высева 1,05-1,25 млн всхожих семян на гектар; при дефиците влаги в почве и высокой засоренности участка лучше использовать широкорядный способ посева с междурядьями 45 см и более дифференцируя норму высева от 0,45 до 0,65 млн всхожих семян на гектар.

Подробные комплексные исследования влияния норм высева и способов посева на урожайность нута были проведены В.В. Балашовым, А.В. Балашовым, И.Т. Патриным (2002) в условиях Волгоградской области. В среднем за четыре года проведенных исследований наиболее высокая урожайность зерна нута была получена при обычном рядовом способе посева с нормой высева 750 тыс. всхожих зерен на 1 гектар – 1,20 т/га; при 500 тыс. – 1,11 т/га; при 250 тыс. всхожих зерен на 1 гектар – 1,03 т/га. Как видно из приведенных данных, разница в урожайности была не очень большой, а если вычесть из урожайности высеянные семена, то она еще меньше. При широкорядном посеве с шириной междурядий 70 см урожайность составила: при 140 тыс. всхожих зерен на 1 гектар – 0,69 т/га; при 250 тыс. – 0,80 т/га; при 400 тыс. всхожих зерен на 1 гектар – 0,93 т/га. Оценивая полученные в опытах данные, ряд авторов отмечает, что широкорядные посевы уступают по урожайности обычным рядовым, но они дают высокий коэффициент размножения и нужны в семеноводстве при ускоренном размножении новых сортов и семян элиты.

В исследованиях А.В. Балашова (2011) и А.М. Хабарова(2011) выявлено преимущество рядового способа посева, при котором оптимальная норма высева сортов нута волгоградской селекции на степных каштановых почвах Нижнего Поволжья составляла 400-600 тыс. шт. всхожих семян на 1 гектар и 600-750 тыс. шт. всхожих семян на 1 гектар на чернозёмных почвах.

Исследования Г.А. Хасанова [(2004) в степном Зауралье Республики Башкортостан показали, что для производства товарного зерна нута с наибольшей экономической эффективностью рекомендуется посев нормой 0,6 млн. всхожих семян на 1 гектар обычным рядовым способом с междурядьями 15 см. Но для получения семян нута с высокими посевными качествами следует применять посевы с шириной междурядий 15 и 30 см нормой высева 0,4 млн. всхожих семян на 1 га.

Проведенный анализ имеющихся результатов показывает, что вопрос установления оптимальной нормы высева нута для степных регионов России окончательно не решен. Рекомендации слишком широки – норма высева колеблется при сплошном рядовом способе посева от 0,5 до 1,3 млн., а при ширококорядном – от 0,2 до 0,7 млн. всхожих зерен на 1 га (Ливанов К.В., 1963; Гусева Л.П., 1967; Андреев Н.Г., 1975; Вавилов П.П. и др., 1986; Шевцова Л.П., 2000; Германцева Н.И., 1999, 2001, 2011; В.В. Балашов, А.В. Балашов, И.Т. Патрин, 2002; Ледовский Н.В., 2004; Шьюрова Н.А., 2004; Посыпанов Г.С., 2007; Нечаев А.В., 2007; Балашов В.В., Балашов А.В., 2009; Балашов А.В., 2011; Хабаров А.М., 2011; Шевцова Л.П., 2012). Такой широкий интервал недопустим, т.к. в весовом отношении в зоне сухих степей нормы высева может колебаться от 80 до 300 кг/га, т.е. будет происходить 3-4-х кратный перерасход высококачественных семян. В связи с этим сейчас, несомненно, необходимо продолжение исследований по установлению нормы высева нута в зональном и сортовом разрезе.

1.6 Эффективность удобрений в повышении продуктивности нута

Эффективное выращивание нута на малоплодородных почвах степного Поволжья возможно только при применении удобрений, которые дают высокие прибавки урожая, обеспечивают формирование высококачественного зерна и способствуют сохранению плодородия почвы. Вопрос применения удобрений в посевах нута нашей сухостепной зоны при несомненной его актуальности практически не исследован, а в последние 10-15 лет, особенно на новых высокопродуктивных сортах, таких как Золотой юбилей и Вектор агрохимические опыты вообще не проводились, вероятно из-за сложности постановки таких опытов, дороговизны удобрений и лабораторных анализов.

При анализе имеющихся научно-практических данных установлено, что при выращивании нут отзывается в первую очередь на фосфорные и калийные удобрения (Ливанов К.В., 1963; Гусева Л.П., 1967; Голубев В.Д., 1969; Найдин П.Г., 1969; Андреев Н.Г., 1975; Научные основы применения удобрений..., 1983; Вавилов П.П. и др., 1986; Коренев Г.В., 1999; Германцева Н.И., 2001, 2011; Третьяков Н.Н., Ягодин Б.А., Туликов А.М. и др., 2002; Шьурова Н.А., 2004; В.В. Балашов, А.В. Балашов, И.Т. Патрин, 2002; Посыпанов Г.С., 2007; Шевцова Л.П., 2012).

Исследования многих авторов позволили установить, что потребность нута в азоте удовлетворяется клубеньковыми бактериями, которые фиксируют атмосферный азот воздуха. На плодородных структурных почвах при благоприятной влагообеспеченности растений, на корнях нута практически всегда формируется активный симбиотический аппарат. При этом, за счет естественного плодородия почвы и азота, фиксируемого из воздуха, нут может сформировать урожай семян до 1,5-2,0 т/га. Внесение фосфорно-калийных удобрений в этих условиях усиливает активность симбиотического процесса и повышает урожай нута

до 2,5 т/га. Если в течение всего периода формирования и налива семян влажность почвы была оптимальной за счет осадков, то урожай возрастает до 3,0 т/га (Березова Е.Ф., Доросинский Л.М., 1961; Вавилов П.П. и др., 1986; Кожемякин А.П., Доросинский Л.М., 1987; Веденяпина Н.С., Муковникова Е.К., Адров С.В. и др., 1994; Шевцова Л.П., 2000, 2012; Германцева Н.И., 2000, 2001, 2011; Третьяков Н.Н., Ягодин Б.А., Туликов А.М. и др., 2002; Шьюрова Н.А., 2004; Посыпанов Г.С., 2007).

В то же время ряд авторов отмечает, что стимулирование азотофиксации от фосфорных и калийных удобрений проявляется не всегда. В условиях дефицита влаги внесение фосфорно-калийных удобрений не повышает урожая семян нута, поскольку в данном случае фиксация азота воздуха происходит слабо. М.В. Федоров (1952) и М.М. Гукова (1958) считают, что применение фосфорных и калийных удобрений в условиях засухи даже может угнетать азотофиксацию бобовых растений. По данным А.П. Корсаковой и А.Г. Конокотиной (1936) калий вообще не оказывает никакого влияния на процесс азотофиксации.

Если нут возделывается на поле впервые, то в почве нет клубеньковых бактерий и на корнях нута клубеньки не образуются. Для их развития в почву необходимо вносить бактериальные препараты – нитрагин, ризоторфин и др. (Голубев В.Д., 1969; Марковский А.Г., 1970; Блинков Г.Н., 1976; Научные основы применения удобрений..., 1983; Чурзин В.Н., 1989; Посыпанов Г.С., 1993; Муковникова Е.К., 1995; Адров С.В., 1997; Чурзин В.Н., Егорова Г.С., 1998; Егорова Г., 2001; Шульга Д.В., 2014; Н.А. Шьюрова, 2004; Л.П. Шевцова, 2000, 2012).

Так, в опытах В.В. Балашова, А.В. Балашова, И.Т. Патрина (2002) в среднем за три года при обработке семян нута перед посевом нитрагином была получена урожайность зерна 1,29 т/га, а на контроле без обработки – 1,08 т/га или на 19% меньше.

Обработку семян нута бактериальными препаратами необходимо проводить в день посева под навесом, избегая попадания прямых солнечных лучей. Бактериальный препарат в норме расхода, указанной на этикетке тары, размешивается в воде – 5 литров на тонну семян. При этом, активность симбиотической азотфиксации зависит от специфичности, вирулентности, конкурентоспособности клубеньковых бактерий. По данным Л.М. Доросинского (1970) и С.А. Адрова (1997) имеется видовая специфичность штаммов клубеньковых бактерий – каждый вид зернобобовых культур рекомендуется обрабатывать своим специфичным видом бактериальных удобрений.

Многолетние исследования Л.П. Шевцовой (2000), В.В. Балашова, А.В. Балашова, И.Т. Патрина (2002), Н.А. Шьюровой (2004) показали, что этот простой технологический прием обработки семян нута способствует заметному повышению симбиотической азотфиксации и увеличению урожайности зерна от 8-10% в засушливые годы до 20-30% во влажные. Обработку семян нута бактериальными препаратами рекомендуется совмещать с их обработкой микроудобрениями – необходимо добавлять 50-100 грамм бора или молибдена на 1 т семян.

В исследованиях отмечается, что в результате обработки семян бактериальными препаратами в зерне нута повышается содержание протеина на 3-5% и кроме того этот прием увеличивает содержание аминокислот в белке на 15-20% (Вавилов П.П. и др., 1986; Шевцова Л.П., 2000, 2012; Германцева Н.И., 2001; Посыпанов Г.С., 2007).

Исследованиями также установлено, что обработка семян нута нитрагином и ризоторфином увеличивает общий прирост корневой системы и ее азотофиксирующую способность – это заметно повышает агротехническую роль нута в севообороте (Ливанов К.В., 1963; Шевцова Л.П., 2000; Германцева Н.И., 2001; Третьяков Н.Н., Ягодин Б.А., Туликов А.М., 2002; Шьюрова Н.А., 2004; Посыпанов Г.С., 2007).

При установлении нормы внесения минеральных удобрений под посевы нута необходимо учитывать комплекс факторов: плодородие почвы и запасы влаги в ее активном слое, погодные условия зоны, сорт, приемы агротехники, планируемую урожайность. При этом конкретные рекомендации существенно различаются.

По данным К.В. Ливанова (1963), Н.Г. Андреева (1975), П.П. Вавилова и др. (1986), Г.В. Коренева и др. (1999), Г.С. Посыпанова и др. (2007) при возделывании нута в степных районах России необходимо вносить 40-60 кг д.в. фосфора и калия на 1 гектар.

Н.А. Шьюрова (2004) в степной и сухостепной зонах Саратовской области для повышения симбиотической продуктивности и достижения наибольшей урожайности нута рекомендует на фоне обработки семян бактериальными препаратами обязательное применение фосфорно-калийных удобрений в дозе $P_{30}K_{30}$ действующих веществ на гектар.

По данным В.В. Балашова, А.В. Балашова, И.Т. Патрина (2002) в степной зоне Волгоградской области наиболее эффективно применение дозы минеральных удобрений $N_{30-60}P_{60-90}K_{60-90}$.

А.В. Васин (2014) при выращивании нута в степи Самарского Заволжья рекомендует для достижения урожайности 2,0-2,6 т/га нута и гороха вносить минеральные удобрения в дозе $N_{345-55}P_{30-60}K_{40-60}$.

По данным ряда исследований внесение минерального азота может подавлять симбиотическую азотфиксацию бобовых растений, и поэтому при создании оптимальных условий для развития клубеньковых бактерий экономически выгоднее посевы бобовых азотом не удобрять (Вавилов П.П. и др., 1986; Кожемякин А.П., Доросинский Л.М., 1987; Веденяпина Н.С., Муковникова Е.К., Адров С.В. и др., 1994; Посыпанов Г.С., 2007). Кроме того, они рекомендуют ограничение азотных удобрений при возделывании нута и вследствие того, что они вызывают усиленный рост растений в

первой половине вегетации и увеличивают надземную вегетативную массу в ущерб дальнейшему плодоношению.

Однако ряд авторов считает, что полностью отказываться от применения азотных удобрений под посевы нута нельзя. На бедных почвах необходима определенная начальная или «стартовая» доза минерального азота. Дело в том, что в первые фазы роста и развития растений нута почва холодная и клубеньковые бактерии не развиваются. Для удовлетворения начальных потребностей нута в азоте следует вносить небольшие дозы азотных удобрений, которые оказывают положительное влияние на начальное развитие растений. С повышением температуры почвы клубеньковые бактерии начинают усиленно размножаться, на корнях образуются клубеньки, увеличивается фиксация атмосферного азота и обеспечение им растений. Однако доза внесения минерального азота не должна превышать 30-45 кг действующего вещества на 1 гектар. (Ливанов К.В., 1963; Андреев Н.Г., 1975; Вавилов П.П., 1986; Посыпанов Г.С. и др., 1993; Шевцова Л.П., 2000; Балашов В.В., Балашов А.В., Патрин И.Т., 2002; Медвеев Г.А., Рябухина О.П., 2010, 2014).

Но есть и другое мнение, когда считается обязательное применение высоких доз минерального азота под бобовые культуры для гарантированного обеспечения растений в течение вегетации и получения запланированной урожайности, без надежды на возможный симбиоз (Малышев В.И., 1998; Беляк В.Б., 1998).

Таким образом, анализ имеющихся данных по вопросам возделывания нута в засушливом степном Поволжье, по нашему мнению может быть значительно дополнен путем исследования следующих актуальных научно-практических направлений:

1. Постоянная сравнительная оценка новых рекомендуемых сортов с целью подбора наиболее адаптированных к местным почвенно-климатическим условиям сортов с высоким потенциалом продуктивности

и хорошими показателями качества зерна, различающихся по срокам созревания, технологичных в возделывании и т. д.

2. Совершенствование зональных технологических приемов эффективного расходования влаги в засушливом степном Поволжье – в первую очередь создание оптимальной густоты посева нута путем подбора рационального сочетания срока посева и нормы высева.

3. Улучшение питательного режима растений нута на малоплодородных зональных почвах, в целях получения высокой урожайности и формирования качественного зерна. При этом практически не исследован вопрос совместного применения бактериальных и минеральных удобрений.

Все это и явилось основанием для проведения наших исследований по подбору адаптированных сортов и совершенствованию агротехники возделывания нута в засушливом Саратовском Заволжье.

2 ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые исследования по разработке адаптивных приемов возделывания нута проводились на опытном поле Краснокутской селекционно-опытной станции Краснокутского района Саратовской области, землепользование которой расположено в засушливой степной зоне Саратовского Заволжья.

2.1 Климатические условия зоны

Территория землепользования Краснокутской селекционно-опытной станции находится в юго-восточной части Заволжья Саратовской области в зоне рискованного земледелия Юго-Востока.

Климат данного района, как и всего Саратовского Заволжья, резко континентальный. Короткая и сухая весна сменяется жарким засушливым летом, а зима малоснежная и морозная. Снеговой покров устанавливается в первой декаде декабря. Его высота равна 20-25 см. Безморозный период длится 163 дня. Амплитуда колебания от максимальной температуры воздуха самого жаркого месяца июля до минимальной самого холодного января достигает 85°С. Большие колебания свойственны смене дня и ночи, в особенности весной: от 10°С ночью до +15°С днем (Агроклиматический справочник. по Саратовской области, 1958).

Среднегодовая температура по данным Краснокутской метеостанции составляет +5,3°С. Средняя сумма температур свыше +10°С равна 3000°С, что значительно превышает потребности возделываемых культур.

Преобладание ясных малооблачных дней создает условия для поступления на земную поверхность большого количества солнечной энергии. В среднем за вегетационный период сумма фотосинтетически-активной радиации (ФАР) по многолетним данным составляет 2,5 млрд.

ккал/га, чего при 2% ее использовании и наличии других факторов роста достаточно для получения высоких урожаев.

Повторяемость острозасушливых и средне засушливых лет в зоне выражается величинами 18 и 50%. Гидротермический коэффициент, который представляет соотношение осадков и температуры воздуха, составляет 0,44-0,55. Запас продуктивной влаги в метровом слое почвы весной в момент перехода среднесуточной температуры через 15°C равен 100-120 мм, из которых 30-35 мм содержатся в пахотном слое. Это позволяет почти ежегодно получать удовлетворительные всходы при своевременном и качественном посеве ранних яровых культур. Однако, даже из той небольшой среднегодовой суммы осадков, составляющей для данного района 346 мм, за период вегетации яровых зерновых и зернобобовых культур, к которым относится нут, выпадает в среднем 120 мм (37,5%).

Коэффициент использования выпадающих осадков в Саратовском Заволжье низок вследствие большого испарения и ливневого характера выпадения, когда не обеспечивается их полное впитывание.

Наряду с резкими колебаниями температур и малым количеством атмосферных осадков для зоны характерны засухи и суховеи. Количество дней с суховеями за период вегетации составляет от 30 до 50 дней.

Таким образом, незначительное количество снега и весенне-летних осадков, высокая температура и сильная испаряемость летом приводят к острому дефициту почвенной влаги в зоне. При хорошем обеспечении светом и теплом, фактором, лимитирующим продуктивность нута в острозасушливой зоне Саратовского Заволжья, выступает обеспеченность влагой.

2.2. Показатели плодородия почвы

В условиях засушливого климата Саратовского Заволжья при господстве степной травянистой растительности почвообразовательный

процесс на территории хозяйства протекает по степному типу с образованием каштановых почв (Бунтяков С.И, Узун В.Ф., 1966).

Преобладающим типом почв в зоне исследований являются каштановые (78% от общей площади), слабо солонцеватые, средне- и тяжелосуглинистые по гранулометрическому составу, сформированные на шоколадных глинах, расположенных на глубине 60-70 см от поверхности.



Рисунок 2.1 - Морфологические признаки каштановой почвы

На территории хозяйства выделены почвенные комплексы, которые представляют собой чередование (5–30 м) пятен разных типов почв (солонцов и каштановых почв) взаимно обусловленных в своем развитии и часто связанных с элементами микрорельефа.

Почвы опытного участка – каштановые, тяжелосуглинистые по гранулометрическому составу.

Мощность гумусового горизонта составляет 25-30 см. Содержание гумуса в слое 0-20 см – 2,8-3,0 %. В составе гумуса содержится примерно равное количество фульвокислот и гуминовых кислот, часто фульвокислоты преобладают над гуминовыми кислотами. Емкость поглощения — 20-30 мг-экв на 100 г почвы, в составе обменных оснований 85-97% приходится на кальций и магний и 3-15% — на натрий.

Водно-физические свойства 0-70 см слоя почвы (активный слой для роста, развития и жизнедеятельности корней нута): плотность – 1,32 г/см³, наименьшая влагоемкость (НВ) – 28,1%, влажность завядания – 14,8 % к сухому весу почвы. В этом же слое почвы при наименьшей влагоемкости содержится 1209 м³/га продуктивной влаги. Грунтовые воды залегают на глубине 13-18 м. Они слабо минерализованы.

По питательному режиму каштановые почвы зоны проведения исследований можно отнести: по нитратному азоту к слабообеспеченным; по подвижному фосфору к среднеобеспеченным; по обменному калию к высокообеспеченным.

По реакции почвенной среды каштановые почвы зоны проведения исследований – нейтральные (рН = 6,7) в верхнем гумусовом горизонте. В нижележащих горизонтах почвенного профиля отмечается прощелачивание почвы и реакция среды в горизонте В₂ – слабощелочная (рН = 7,4), а в горизонте С – щелочная (рН = 8,1).

По общей характеристике каштановые почвы зоны проведения исследований обладают удовлетворительным плодородием и при примене-

нии удобрений и зональных приемов агротехники возделывания они могут обеспечить получение хороших урожаев нута.

2.3 Погодные условия в годы проведения исследований

В годы проведения исследований погодные условия вегетационного периода нута складывались различным образом по сочетанию температуры и влажности воздуха, выпадающим осадкам (таблица 2.1).

Погодные условия весенне-летнего периода 2013 года в целом были благоприятными для роста и развития растений нута. Начальное развитие растений было удовлетворительным – в мае выпало 24 мм осадков или около среднемесячной нормы, а затем условия улучшились. Общее количество осадков за период вегетации (май-август) составило 87 мм или 94% от среднегодовой нормы.

Температурный режим был достаточно равномерным: в течение лета отмечались умеренные температуры – от +20,7°С в мае до самой жаркой температуры +22,7°С в июле, что было близко к среднегодовой норме. Относительная влажность воздуха почти была близка к среднегодовым показателям – 52-61%.

Погодные условия весенне-летнего периода 2014 года, так же как и в предыдущем году были благоприятными для роста и развития растений нута. Были высокие предпосевные запасы влаги. Вегетация характеризовалась жаркой и сухой погодой. В апреле выпало 22 мм осадков, это составило около 64 % от среднегодовой нормы. Температура воздуха в апреле была близка к средней многолетней величине – +8,5°С.

Средняя температура мая составила +22,2 °С, что было выше нормы. Выпало всего 12 мм осадков, что составило около 40% нормы. Такие условия были не совсем благоприятными для начального периода роста и развития растений нута, но все же удовлетворительными.

Таблица 2.1 – Характеристика погодных условий по данным метеостанции Краснокутской СОС

Месяцы	Среднесуточная температура воздуха, °С				Относительная влажность воздуха, %				Количество осадков, Мм			
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее
Январь	-8,3	-9,1	-8,7	-8,7	82	87	87		28	24	16	23
Февраль	-4,9	-9,6	-5,6	-6,7	82	82	87		14	22	20	19
Март	-1,2	-1,0	-0,6	-0,9	75	84	78		24	31	4	20
Апрель	10,3	8,5	9,9	9,6	60	59	64		22	22	35	26
Май	20,7	22,2	18,5	20,5	52	54	56		24	12	24	20
Июнь	22,7	22,5	25,9	23,7	57	52	40		13	31	13	19
Июль	22,7	25,9	24,1	24,1	61	42	49		28	2	18	16
Август	22,1	26,0	24,9	24,3	58	47	47		31	13	6	17
Сентябрь	12,4	16,8	19,7	16,3	79	54	48		70	6	12	29
Октябрь	4,9	5,7	6,0	5,5	74	67	71		20	7	39	22
Ноябрь	3,4	-3,1	2,4	0,9	80	86	88		14	10	41	22
Декабрь	-3,8	-5,8	-1,3	-3,6	86	86	90		28	34	22	28
∑ за год									316	214	220	250
Ср. за год	7,6	8,2	9,6	8,5	70,5	66,67	67,08					

Июнь был влажным и жарким – средняя температура равнялась +22,5°C. За июнь выпало 31 мм осадков, что составляло более 110% от средней многолетней величины.

Июль был засушливым и жарким. Средняя температура воздуха достигала +25,9°C, что было значительно выше средней многолетней величины. Максимальная температура в дневные часы поднималась до +40,0°C. В июле сумма осадков за месяц составила всего 2 мм. Это соответствовало 6% от средней многолетней величины. Однако такая засушливая погода в июле положительно сказалось на наливе и созревании зерна нута, тем более что весенние запасы влаги в почве были достаточными и еще они пополнились в июне. В августе была благоприятная для нута высокая температура воздуха, среднее количество осадков - 13 мм или 50% от среднемноголетней нормы, что благоприятствовало окончательному созреванию высокого урожая и проведению качественной уборке.

Погодные условия 2015 года были наименее благоприятными для формирования урожая зерна нута, чем в 2014 и 2013 годах.

Погода в начале вегетации нута была благоприятной. Сумма осадков в апреле составила 35 мм, что равнялось 159 % от средней многолетней величины. Температура воздуха в апреле превышала среднюю многолетнюю величину на 3,0°C. Май 2015 года был средне влажным. Температура мая составила 18,5 °C, что на 3,1°C выше нормы. Сумма осадков достигла 24 мм или 86% от нормы. В целом условия апреля-мая были благоприятными для начального периода роста и развития растений нута.

Июнь, июль и август отличались острозасушливыми погодными условиями. Температура воздуха в июне составила 25,9°C, в июле – 24,1°C, в августе – 25,9°C, что превышало многолетние величины. Максимальная температура воздуха поднималась в отдельные дни до 40,0°C. Сумма осадков в июне составила 13 мм, в июле – 18 мм, в августе – 6 мм, что значительно ниже нормы. Даже для засухоустойчивого нута в июне-

августе было недостаточно влаги для формирования, налива и созревания зерна. Вторая половина вегетации нута была неблагоприятной.

Таким образом, анализ погодных данных Краснокутской метеостанции показывает, что в зоне проведения исследований условия вегетационного периода нута в 2013 и 2014 годах можно охарактеризовать как среднезасушливые благоприятные для растений, в 2015 году – как острозасушливые неблагоприятные для посевов.

В целом, погодные условия 2013-2015 гг. соответствовали резкоконтинентальному климату Саратовского Заволжья, когда в летний период наблюдаются временные промежутки с высокими температурами воздуха и недостатком влагообеспечения для полевых культур.

3 СХЕМЫ, МЕТОДИКА И АГРОТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ ПОЛЕВЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

3.1 Схемы полевых экспериментов

Исследования с культурой нута на опытном поле Краснокутской селекционно-опытной станции Краснокутского района Саратовской области проводились по следующим схемам:

Опыт 1. Влияние срока посева на продуктивность нута в Саратовском Заволжье

Фактор А. Сорт нута:

Вариант 1. Сорт Золотой юбилей;

Вариант 2. Сорт Вектор.

Фактор В. Срок посева нута:

Вариант 1. Ранний – в начале сева ярового ячменя;

Вариант 2. Средний – через 7 дней после раннего срока;

Вариант 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:

Вариант 1. Краснокутский 36;

Вариант 2. Сорт Золотой юбилей;

Вариант 3. Сорт Вектор.

Фактор В. Норма высева нута:

Вариант 1. Рядовой посев нормой высева 0,5 млн. всхожих семян на 1 га;

Вариант 2. Рядовой посев нормой высева 0,6 млн. всхожих семян на 1 га;

Вариант 3. Рядовой посев нормой высева 0,7 млн. всхожих семян на 1 га;

Вариант 4. Рядовой посев нормой высева 0,8 млн. всхожих семян на 1 га;

Вариант 5. Рядовой посев нормой высева 0,9 млн. всхожих семян на 1 га;

Вариант 6. Рядовой посев нормой высева 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

Вариант 1. Контроль – без удобрений;

Вариант 2. Обработка семян ризоторфином;

Вариант 3. P₃₀;

Вариант 4. P₃₀ + обработка семян ризоторфином;

Вариант 5. N₂₀P₃₀;

Вариант 6. N₂₀P₃₀ + обработка семян ризоторфином;

Вариант 7. P₄₅;

Вариант 8. P₄₅+ обработка семян ризоторфином;

Вариант 9. N₃₀P₄₅;

Вариант 10. N₃₀P₄₅+ обработка семян ризоторфином.

Закладка опытов производилась рендомизированным методом. Площадь опытной деланки – 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 опыте №3 исследования проводились с сортом Золотой юбилей.

3.2 Методика проведения исследований

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.

При проведении фенологических наблюдений отмечались даты наступления и продолжительность фаз развития нута. В соответствии с методиками А.И. Руденко (1950), В.И. Сазонова (1962), а также Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (1971,

1985) в посевах нута отмечались следующие фазы: всходы, цветение и созревание. На каждом варианте на закрепленных площадках (0,25 м²) отмечали растения, по которым и определяли количество вступивших в ту или иную фазу, а затем вычисляли процент от общего числа учитываемых растений. Начало фазы отмечалось при вступлении в нее 10% растений из учтенных в пробе, полная фаза – 75% растений.

Полнота всходов, густота стояния растений перед уборкой также определялись на 4-х закрепленных площадках по 0,25 м² каждого варианта. Подсчет растений в фазу полных всходов и перед уборкой позволяет определить сохранность растений в %.

Расчет производился по формуле:

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

где: А – процент сохранившихся к уборке растений;

В – число растений после полных всходов;

С – число растений в момент уборки.

Формирование листовой поверхности определяли методом контуров, а ее фотосинтетическую деятельность - по методикам лаборатории фотосинтеза Института физиологии растений (А.А. Ничипорович, 1956,1963, 1966,1970; А.А. Ничипорович, Чень Инь, 1959; А.А. Ничипорович, Л.Е. Строганова, С.Н. Чмора, М.П. Власова, 1961).

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

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) рассчитывалась путем деления величины сухой надземной биомассы на фотосинтетический потенциал за период вегетации (г/м²* сутки).

Учет высоты во время вегетации проводился по 30 контрольным растениям нута на каждом варианте опыта. 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 $0,25 \text{ м}^2$ с каждого варианта опыта в четырехкратной повторности. Содержание сухого вещества в зеленой массе определяли весовым методом путем высушивания измельченных навесок до постоянного веса при температуре $+60^{\circ}\text{C}$.

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

Учет засоренности посевов проводили количественно-весовым методом по методике ВИЗР (1988).

Влажность почвы контролировалась термостатно-весовым методом по Л.В. Попову (1960) и А.А. Роде (1955). Почвенные пробы отбирались по основным фазам развития послойно через 10 см до глубины 1 м в трехкратной повторности и высушивались в термостате до постоянного веса при температуре $+105^{\circ}\text{C}$.

В опыте с удобрениями динамика питательных веществ определялась на каждом варианте путем отбора смешанных образцов почвы из пахотного горизонта (Аринушкина Е.В., 1979). 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 нута проводили отбор снопов с площадок по $0,25 \text{ м}^2$ в четырехкратной повторности с каждой делянки каждого опыта. Растения выкапывались с корнями, затем

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

Учет хозяйственного урожая проводили путем взвешивания обмолоченного комбайном Сампо-130 зерна со всей делянки прямым комбайнированием в фазу полной спелости зерна. Полученные по вариантам данные по биологической и хозяйственной урожайности зерна обязательно приводились к 14% влажности и 100% чистоте.

Биоэнергетическая оценка рекомендуемых приемов возделывания нута проводилась согласно методике энергетическая оценки технологий возделывания сельскохозяйственных культур (Посыпанов Г.С., Долгодворов В.Е., 1995, Посыпанов Г.С. и др., 2007) и методическим разработкам В.В. Коринца (1986), ВГСХА (1994) и РАСХН (1995).

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

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

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

3.3 Агротехника на опытном поле

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

Предшественником нута являлась озимая пшеница. После уборки предшественника осуществляли лущение стерни. Затем через две недели после лущения проводили отвальную вспашку на глубину 23-25 см.

Внесение минеральных удобрений и обработку семян нута ризоторфином (штамм №2104) проводили согласно схемам опытов. Фосфорные удобрения (двойной гранулированный суперфосфат) вносили под вспашку. В качестве азотных удобрений вносилась аммиачная селитра, которую вносили под предпосевную культивацию.

Весной проводилось покровное боронование поля в два следа и предпосевная культивация на глубину заделки семян. Посев нута проводился сеялкой СН-16 в агрегате с трактором Т-25 с соблюдением норм высева согласно схемам опыта. После посева поле прикатывали. Уборку хозяйственного урожая проводили прямым комбайнированием Сампо-130 в фазу полного созревания зерна нута.

3.4 Селекционная характеристика изучаемых сортов нута

Краснокутский 36 – сорт выведен на Краснокутской селекционно-опытной станции НИИСХ Юго-Востока. Допущен к использованию во всех регионах возделывания культуры нута. Получен от скрещивания образца коллекции ВИР (к-199) с сортом Юбилейный.

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

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

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

Высокоурожайный сорт. В Поволжье обеспечивает устойчивые сборы зерна 18-20 ц/га. На Краснокутской селекционно-опытной станции по урожаю зерна этот сорт нута в 1,5 раза превосходит яровую пшеницу. На Пугачевском сортоучастке Саратовской области в благоприятные годы получают 35-39 ц/га. Основное достоинство сорта – сочетание высокой продуктивности с устойчивостью к полеганию, осыпанию и засухе.

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

Благодаря клубеньковым бактериям, развивающимся на корнях, растения нута усваивают азот из воздуха и накапливают его в почве, что равносильно внесению на 1 га 1,5 ц азотных удобрений. Нут хорошо реагирует на внесение одновременно с посевом фосфорных удобрений в дозе 10-15 кг/га действующего вещества. Высокая урожайность и отличные пищевые качества этого сорта обеспечивают устойчивый сбыт зерна и получение чистого дохода 8-10 тыс. руб. с каждого гектара.

Золотой юбилей – сорт Краснокутской селекционно-опытной станции. Авторы сорта: Германцева Н.И., Селезнева Т.В. Калинина Г.В., Германцев Л.А. Сорт получен путем индивидуального отбора из гибридной популяции от скрещивания сорта Юбилейный/к-2405. Разновидность *trans-caucasico-carneum* G.Pop (транскавказико-карнеум).

Куст прямостоячий, средней высоты. Антоциановая окраска отсутствует. Листочки овально-удлиненные, среднего размера. Цветки белые.

Семена желтые, форма промежуточная, ребристость отсутствует или очень слабая. Масса 1000 семян средняя – 240-260 грамм.

Сорт среднеспелый, вегетационный период 78-85 дней. Обладает высокой устойчивостью к засухе, полеганию и осыпанию. Более устойчив к фузариозному увяданию, среднеустойчив к повреждению минирующей мухой. Отличается стабильной урожайностью. В 2010 году на Новопокровском сортоучастке Краснодарского края новый сорт дал 23,7 ц/га, на Азовском сортоучастке Ростовской области – 32,4 ц/га, что на 3,4 ц/га выше стандарта, на Башантинском сортоучастке Калмыкии – 17,6 ц/га, или на 1,8 ц/га выше стандарта, на Кармаскалинском сортоучастке Башкортостана – 13,7 ц/га, на 7,9 ц/га выше стандарта. В 2011 году в условиях богары Саратовской области на Балтайском сортоучастке урожайность нового сорта составила 22,4 ц/га, что на 3,4 ц/га выше стандарта Краснокутский 123. В 2012 году в Самарской области на Большеглушицком сортоучастке урожайность сорта Золотой юбилей составляла 19,8 ц/га, Сорт пищевого использования, включен в список ценных сортов нута.

Вектор – относится к скороспелым формам. Вегетационный период 77-81 день, созревает на 3-4 дня раньше стандарта Краснокутский 36. Устойчивость к абиотическим и биотическим стрессорам высокая.

Сорт устойчив к полеганию и осыпанию, пригоден к механизированной уборке. В засушливом 2010 году сорт Вектор был одним из лучших на сортоучастках Краснодарского края и Ростовской области. Так, на Новопокровском сортоучастке Краснодарского края урожайность этого сорта составляла 24,1 ц/га и он принят стандартом. В этом же году на Азовском сортоучастке Ростовской области сорт Вектор дал урожай 31,5 ц/га, превысив стандарт на 2,5 ц/га, на Целинском сортоучастке его урожай составил 23,1 ц/га или на 3,7 ц выше стандарта. На Ставропольской сортоиспытательной станции урожайность нового сорта Вектор в 2010 году составляла 29,9 ц/га или на 2 ц/га выше

стандарта, а в 2011 г. – 37,4 ц/га. В среднем за годы испытаний на сортоучастках Северо-Кавказского региона урожайность нового сорта Вектор составила 17,3 ц/га, что на 0,9 ц выше стандартного сорта.

По результатам анализа трех независимых лабораторий – Центральной лаборатории по оценке качества зерна Госкомиссии, лаборатории технологии зерна НИИСХ Юго-Востока и Инспектуры Госкомиссии по Ростовской области сорт Вектор устойчиво превышает другие сорта и стандарт по белку, который достигает у него 26-27%.

На Краснокутской селекционно-опытной станции начата планомерная семеноводческая работа по сортам Золотой юбилей и Вектор методом индивидуально-семейного отбора. Закладываются питомники испытания потомств первого и второго года (ПИП 1 и ПИП 2), питомники размножения 1-4 года. В 2016 году были реализованы оригинальные семена этих сортов в количестве 60 и 12 тонн соответственно в хозяйства Саратовской, Воронежской и Оренбургской областей.

В производстве при возделывании нута пользуются общими для культуры агротехническими приемами. Однако, каждый отдельный сорт, имея общие закономерности в развитии с другими сортами, очень часто обладает свойствами, присущими только ему. Поэтому большое значение при внедрении новых сортов в производство имеет разработка сортовой агротехники, которая дает возможность наиболее полно проявиться потенциальным возможностям сорта. Такая задача стояла и в наших исследованиях на каштановых почвах Саратовского Заволжья.

4 ВЛИЯНИЕ СРОКА ПОСЕВА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ НУТА В САРАТОВСКОМ ЗАВОЛЖЬЕ

В условиях острозасушливого степного Поволжья огромное значение имеют сроки посева сельскохозяйственных культур, которые определяют степень удовлетворения потребности растений в тепле и влаге в весенний период, когда осуществляется их особое влияние на начальное развитие растений. Сроки посева зависят от климатических условий, погоды конкретного года, биологических особенностей сорта, типа почвы и ряда других факторов. Изменчивость этих факторов в отдельной почвенно-климатической зоне не позволяет заранее определить необходимые сроки посева. В связи с этим нами в условиях степного Саратовского Заволжья проводились исследования по установлению оптимальных сроков посева новых сортов нута Золотой юбилей и Вектор.

4.1 Закономерности развития растений нута при различных сроках посева

Оптимальная продолжительность вегетационного периода позволяет сорту наилучшим образом использовать почвенно-климатические ресурсы зоны. Установление соответствия срока посева любой полевой культуры конкретным экологическим условиям требует обязательного детального изучения вегетационного периода, и не только его общей продолжительности, но и длительности отдельных фаз.

По мнению ряда авторов в южных и юго-восточных районах страны, куда относится и степное Поволжье, наибольшую урожайность обеспечивают ранние сроки посева нута (Хангильдин В.Х., Хангильдин В.В., 1975; Германцева Н.И., 2000). В то же время по данным некоторых ученых в сухостепной зоне Поволжья высокую урожайность наряду с ранними дают средние сроки посева нута (Балашов В.В., 1985). Малый

объем и противоречивость имеющихся данных, несомненно, требуют дальнейшего экспериментального изучения данной проблемы.

Наши исследования показали, что различные сроки посева оказали существенное влияние на начальное развитие растений сортов нута Золотой юбилей и Вектор. По средним данным за три года исследований полные всходы отмечались: при раннем сроке посева - на 13-е сутки; при среднем сроке – на 12-е сутки и при позднем сроке – на 9-е сутки (таблица 4.1). При этом отличия по сортам в продолжительности периода посев-полные всходы в исследованиях не установлено.

Существенные различия в продолжительности периода от посева до появления полных всходов наблюдались по годам исследований (приложения 1-3). Более позднее появление полных всходов нута в условиях 2015 года объясняется пониженным температурным режимом в период после посева, что замедлило набухание и прорастание семян.

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 на вариантах опыта 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.

Таблица 4.1 – Влияние сроков посева на продолжительность межфазных периодов и вегетационного периода сортов нута (среднее за 2013-2015 гг.)

Сорт	Срок Посева	Продолжительность периода, суток			
		посев – полные всходы	полные всходы – цветение	цветение – созревание	всходы – созревание
Золотой юбилей	Ранний	13	32	50	82
	Средний	12	29	47	76
	Поздний	9	26	44	70
Вектор	Ранний	13	31	49	80
	Средний	12	28	47	75
	Поздний	9	25	44	69

4.2 Влияние сроков посева нута на высоту растений и высоту прикрепления нижнего боба

Важнейшим моментом вегетативного развития нута является рост растений в высоту. По многолетним данным Н.И. Германцевой (2000) с культурой нута в Саратовском Заволжье коэффициент корреляции урожайности зерна с высотой растений составлял $r = 0,66$, то есть просматривается тесная положительная связь между этими признаками.

Наблюдения показали, что высота растений нута заметно изменялась в зависимости от сложившихся погодных условий лет проведения исследований, биологических особенностей используемых сортов и изучаемых сроков посева. Так, в зависимости от погодных условий высота растений нута в момент полного созревания зерна составляла 30,8-37,5 см в наиболее влажном 2014 году; 25,8-28,0 см и 24,5-28,8 см в условиях более засушливых 2013 и 2015 годов (таблица 4.2).

Данные нашего опыта 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 у изучаемых сортов также была различной и уменьшалась от раннего к позднему сроку посева. В период уборки нута высота прикрепления нижнего боба по средним данным за три года 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

Таблица 4.2 - Влияние сроков посева на рост растений и высоту прикрепления нижнего боба у различных сортов нута в период полной спелости

Сорт	Срок посева	2013 год	2014 год	2015 год	Среднее за три года
Высота растений, см					
Золотой юбилей	Ранний	28,0	37,5	28,8	31,4
	Средний	27,5	35,3	27,8	30,2
	Поздний	25,8	31,5	25,5	27,6
Вектор	Ранний	26,8	36,1	27,0	30,0
	Средний	26,5	34,8	27,6	29,6
	Поздний	25,8	30,8	24,5	27,0
Высота прикрепления нижнего боба, см					
Золотой юбилей	Ранний	22,3	22,5	21,9	22,2
	Средний	21,0	21,5	20,5	21,0
	Поздний	20,0	19,0	19,0	19,3
Вектор	Ранний	20,8	21,0	19,8	20,5
	Средний	20,5	21,8	19,0	20,4
	Поздний	18,5	18,5	18,0	18,3

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. Данные нашего опыта показывают, что от раннего к более поздним срокам посева одновременно с высотой растений снижалась и высота прикрепления самых ценных нижних бобов, что ухудшает условия уборки и увеличивает потери урожая зерна нута.

4.3 Формирование и работа ассимиляционного аппарата

Основой продукционного процесса полевых культур является фотосинтетическая деятельность растений в посевах. По мнению А.А. Ничипоровича (1956, 1961), Н.С. Петина (1959) и других авторов наивысшие урожаи зерна могут быть получены при оптимальном сочетании следующих элементов фотосинтетической деятельности:

- величины рабочей ассимиляционной поверхности;
- продолжительности жизнедеятельности листьев и побегов всех ярусов, которые работают на органы плодоношения;
- интенсивности фотосинтеза, определяющей его чистую продуктивность;
- скорости оттока ассимилянтов;
- показателя, определяющего долю хозяйственно ценной части урожая от всей массы биологического урожая.

Анализ отечественной и зарубежной литературы показывает, что к настоящему времени детальные исследования фотосинтетической деятельности растений проведены в основном на зерновых, технических и овощных культурах. Характерно, что именно по этим группам сельскохозяйственных культур достигнуты наиболее значительные успехи в выведении новых высокоурожайных сортов, повышении урожайности и улучшении качественных показателей продукции.

Зависимость продуктивности зернобобовых культур от формирования и работы ассимиляционного аппарата посевов отмечена рядом авторов (Сысоев Ю.А., 1977; Корнилов А.А., 1974). Так по данным А.А. Корнилова (1974) в условиях Ставрополя отмечена тесная положительная зависимость между урожайностью и площадью листьев гороха. В то же время Г.А. Дебелый (1977) и А.П. Лоханов (1987) указывают на отсутствие прямой корреляционной связи между показателями фотосинтетической деятельности растений гороха и их семенной продуктивностью.

В целом, несмотря на важное значение зернобобовых культур в сельскохозяйственном производстве, фотосинтетические процессы в их посевах остаются до сих пор мало изученными, полученные данные противоречивыми. Во многом из-за недостаточного внимания к регулированию ассимиляционной деятельности зернобобовых культур их урожайность по годам подвержена большим колебаниям (Корнилов А.А., 1972; Сысоев Ю.А., 1977; Лоханов А.П., 1981, 1987; Зеленов А.Н., Долгополова Л.Н., Измалков В.И., 1982; Посыпанов Г.С. и др., 2007).

Таким образом, анализ показывает, что изучение показателей фотосинтетической деятельности посевов нута с целью их оптимизации имеет существенное теоретическое и практическое значение.

Проведенные исследования позволили установить определенные закономерности в формировании площади листьев. У обоих изучаемых сортов нута отмечается общая закономерность в формировании максимальной площади листового аппарата к периоду конца цветения-начала образования бобов с постепенным сокращением ее к концу вегетации за счет отмирания и усыхания части листьев нижнего яруса. Наибольшую листовую поверхность в условиях Саратовского Левобережья формировал сорт нута Вектор при раннем сроке посева – 22,5 тыс. м²/га в фазу начала образования бобов в среднем за три года опытов (таблица 4.3). У сорта нута Золотой юбилей наибольшая листовая поверхность отмечена

Таблица 4.3 – Влияние сроков посева на фотосинтетические показатели у изучаемых сортов нута
(среднее за 2013-2015 гг.)

Сорт	Срок посева	Площадь листьев по фазам развития, тыс. м ² /га					ФП, тыс. м ² *сутки/га	ЧПФ, г/м ² *сутки
		ветвление	цветение	образова- ние бобов	конец налива зерна	созревание		
Золотой Юбилей	Ранний	7,7	15,7	21,3	16,0	6,2	874	3,39
	Средний	6,8	14,0	17,1	12,6	5,0	650	3,09
	Поздний	5,4	9,7	11,9	8,8	3,5	417	2,52
Вектор	Ранний	8,1	16,6	22,5	16,9	6,6	900	3,31
	Средний	7,2	15,3	18,6	14,0	5,4	698	2,85
	Поздний	5,7	10,8	13,1	9,8	3,8	452	2,15

также в фазу начала образования бобов при раннем сроке посева – 21,3 тыс. м²/га в среднем за три года опытов. 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 в среднем за три года.

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.

Относительно чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) четких закономерностей в наших исследованиях установлено не было. Этот показатель был подвержен значительным колебаниям в течение вегетационного периода нута. С момента появления всходов и до цветения прирост с ухой надземной биомассы в значительной мере обеспечивалась быстро увеличивающимися размерами ассимиляционного аппарата, в то время как чистая продуктивность фотосинтеза имела невысокие показатели. Максимум чистой продуктивности фотосинтеза нута в наших исследованиях пришелся на начало формирования семян и их налива. После вступления растений в фазу созревания бобов чистая продуктивность фотосинтеза резко снижается, а урожайность растений продолжает расти за счет длительного сохранения высокой площади листьев.

В целом сравнительная оценка показала, 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.

Показатели площади листьев, фотосинтетического потенциала и чистой продуктивности фотосинтеза изменялись по годам исследований – самыми низкими были в засушливом 2015 году и наивысшие в наиболее увлажненном 2014 году (приложения 4-6).

4.4 Динамика накопления сырой и сухой биомассы

У всех зернобобовых культур в период от всходов до перехода к репродуктивному развитию отмечается сравнительно медленный прирост сырой органической массы стеблей и листьев. По литературным данным накапливаемые ассимилянты в первую половину вегетационного периода используются преимущественно на формирование корневой системы (Корнилов А.А., Асалиев А.И., Сысоев Ю.А., 1982).

Заметный прирост надземной сырой биомассы в посевах начинается в период ветвления растений и длится до конца налива семян в бобах. По результатам исследований в среднем за 2013-2015 гг. накопление сырой биомассы на различных вариантах выращивания нута составляло соответственно: в фазу ветвления растений - 0,42-1,33 т/га; в фазу цветения – 0,67-2,09 т/га; в фазу образования бобов – 1,12-3,55 т/га, в фазу налива зерна – 1,67-5,22 т/га; в фазу спелости – 1,39-4,26 т/га. Накопление сухой биомассы шло практически до полной спелости семян и составило соответственно: в фазу ветвления - 0,13-0,40 т/га; в фазу цветения – 0,77-0,85 т/га; в фазу образования бобов – 0,56-1,77 т/га, в фазу налива зерна - 1,00-3,14 т/га; в фазу спелости – 0,97-2,98 т/га (таблица 4.4, приложения 7-9).

Выявлены различия в накоплении сухой и сырой биомассы по изучаемым срокам посева нута. 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 в среднем за три года.

Таблица 4.4 – Влияние сроков посева на динамику накопления сырой и сухой биомассы посевами изучаемых сортов нута, т/га (среднее за 2013-2015 гг.)

Сорт	Срок посева	Фазы вегетации									
		Ветвление		цветение		образование бобов		конец налива зерна		полная спелость	
		сырая масса	сухая масса	сырая масса	сухая масса	сырая масса	сухая масса	сырая масса	сухая масса	сырая масса	сухая масса
Золотой юбилей	Ранний	1,33	0,40	2,05	0,83	3,49	1,75	5,22	3,14	4,23	2,96
	Средний	0,90	0,26	1,40	0,56	2,35	1,16	3,50	2,10	2,87	2,01
	Поздний	0,46	0,14	0,73	0,29	1,24	0,61	1,82	1,09	1,50	1,05
Вектор	Ранний	1,30	0,39	2,09	0,85	3,55	1,77	5,20	3,13	4,26	2,98
	Средний	0,87	0,26	1,39	0,52	2,33	1,18	3,48	2,12	2,84	1,99
	Поздний	0,42	0,13	0,67	0,27	1,12	0,56	1,67	1,00	1,39	0,97

На вариантах среднего срока посева величина сырой биомассы уменьшилась до 3,50 т/га у сорта Золотой юбилей и до 3,48 т/га у сорта Вектор; на вариантах позднего срока посева еще больше - до 1,82 т/га у сорта Золотой юбилей и до 1,67 т/га у сорта Вектор в среднем за три года.

Аналогичная закономерность наблюдалась и в формировании сухой надземной массы. 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. 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 еще больше - до 1,09 т/га у сорта Золотой юбилей и до 1,00 т/га у сорта Вектор в среднем за три года.

Таким образом, по результатам наших исследований наиболее рационально и равномерно процесс формирования надземной биомассы в засушливых условиях Саратовского Заволжья у сортов Золотой юбилей и Вектор протекает при раннем сроке посева.

4.5 Структура и величина биологической урожайности сортов нута при разных сроках посева

Урожайность является объективным результатом реакции комплекса наследственных факторов растений определенного сорта на различные условия внешней среды. Колебания урожайности по годам – результат большой изменчивости компонентов, составляющих его. В связи с этим важной практической задачей является установление взаимосвязи между элементами структуры урожая и экологическими условиями конкретной зоны - это позволяет выявить оптимальный агроприем.

Структура урожая – это количественное и качественное выражение жизнедеятельности элементов и органов растений в посевах. Основные

элементы продуктивности из которых складывается урожай нута следующие: количество растений на 1 м^2 при проведении уборки урожая; количество бобов на одном растении, количество вызревших бобов на одном растении; количество семян в бобе, количество семян на одном растении; масса семян с одного растения, масса 1000 семян.

При раннем посеве происходит быстрое и интенсивное накопление биомассы, растения уходят от наиболее напряженных периодов засухи, проходя критический по отношению к недостатку влаги период развития при относительно лучших условиях. Эти преимущества в наибольшей степени сказываются в степном Поволжье, где вероятность выпадения обильных летних осадков минимальна и особо важную роль в формировании урожая играют предпосевные запасы влаги в почве.

Проведенный в предыдущих разделах анализ показал, что по изучаемым срокам посева отмечены заметные особенности в развитии посевов нута – в продолжительности фенологических фаз, высоте растений, фотосинтетической деятельности, накоплении биомассы. Это, несомненно, сказалось на способности растений противостоять воздействию неблагоприятных факторов, эффективности использования влаги, почвенного плодородия и других экологических ресурсов в процессе формирования элементов продуктивности посева.

Детальный анализ структуры урожая позволил выявить заметные особенности влияния сроков посева (таблица 4.5). Выживаемость растений к моменту уборки у изучаемых сортов примерно равная, но она снижалась по срокам посева – при раннем сроке у сорта Золотой юбилей – $48,7 \text{ шт./м}^2$; у сорта Вектор – $48,1 \text{ шт./м}^2$ в среднем за три года. На вариантах среднего срока посева густота уменьшилась до $43,5 \text{ шт./м}^2$ у сорта Золотой юбилей и до $41,9 \text{ шт./м}^2$ у сорта Вектор; на вариантах позднего срока посева густота снижалась еще больше - до $40,9 \text{ шт./м}^2$ у сорта Золотой юбилей и до $39,1 \text{ шт./м}^2$ у сорта Вектор в среднем за три года.

Таблица 4.5 – 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
Fφ (А)		1,25	0,61	0,67	0,35	36,55*
Fφ (В)		18,41*	49,91*	21,80*	14,47*	3,22
Fφ (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	-

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 (приложения 10-12).

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 4.6).

Достоинством обоих изучаемых сортов нута является и стабильная урожайность по годам при раннем сроке посева. При этом, 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, резкое уменьшение площади листовой поверхности и величины надземной биомассы, заметное ухудшение элементов структуры урожая непосредственно повлияло на урожайность зерна у обоих изучаемых сортов нута в условиях Саратовского Заволжья.

Таблица 4.6 – Влияние изучаемых сроков посева на продуктивность сортов нута

Сорт	Срок посева	Урожайность зерна, т/га				Снижение урожайности по срокам посева	
		2013 год	2014 год	2015 год	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
Fφ (A)		2,68	38,30*	4,29	0,34		
Fφ (B)		709,92*	2159,17*	872,79*	35,8		
Fφ (A+B)		11,95*	7,04*	28,88*	8,2		
HCP ₀₅ (A)		-	0,03	-	-		
HCP ₀₅ (B)		0,04	0,04	0,03	0,03		
HCP ₀₅ (A+B)		0,05	0,05	0,04	0,05		

Так, по данным исследований 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%) в среднем за три года исследований.

4.6 Влияние сроков посева на содержание белка в зерне изучаемых сортов нута

Пищевые и кормовые достоинства нута обусловлены высоким содержанием белка в зерне. Белки, входящие в состав зерна нута, по своей 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.

Результаты наших исследований показали, что 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 (таблица 4.7).

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.

Таблица 4.7 - Влияние изучаемых сроков посева на качество зерна сортов нута

Сорт	Срок посева	Содержание белка в зерне, %				Сбор белка с 1 га, кг
		2013 год	2014 год	2015 год	среднее за 3 года	
Золотой юбилей	Ранний	23,9	23,4	24,6	24,0	285,6
	Средний	23,7	23,3	24,3	23,8	178,5
	Поздний	22,8	2,19	23,4	22,7	81,7
Вектор	Ранний	26,3	25,4	26,9	26,2	298,7
	Средний	25,9	25,5	26,5	26,0	184,6
	Поздний	25,1	24,7	25,7	25,2	78,1
Fφ (A)					49,22*	
Fφ (B)					3,87	
Fφ (A+B)					1,44	
HCP ₀₅ (A)					0,06	
HCP ₀₅ (B)					-	
HCP ₀₅ (A+B)					-	

На вариантах среднего срока посева содержание белка в зерне уменьшилась до 23,8% у сорта Золотой юбилей и до 26,0% у сорта Вектор; на вариантах позднего срока посева содержание белка в зерне снизилось еще более значительно - до 22,7% у сорта Золотой юбилей и до 25,2% у сорта Вектор в среднем за три года.

Наибольший сбор белка с 1 гектара обеспечивает сорт Вектор при раннем сроке посева – 298,7 кг в среднем за три года. У сорта Золотой юбилей наибольший сбор белка с 1 гектара наблюдался также при раннем сроке посева – 285,6 кг в среднем за три года.

5 ВЛИЯНИЕ НОРМЫ ВЫСЕВА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ НУТА В САРАТОВСКОМ ЗАВОЛЖЬЕ

В повышении урожайности нута большое значение имеет формирование оптимальной густоты стояния растений в посевах, установление которой особенно важно в засушливых зонах выращивания. Учитывая это, в наших исследованиях проводилось сравнительное изучение особенностей роста и развития растений наиболее широко возделываемого стандартного сорта Краснокутский 36 и двух новых сортов Золотой юбилей и Вектор в зависимости от разных норм высева.

5.1 Особенности развития растений в посевах сортов нута при разной густоте на единице площади поля

Проведенные исследования показали, что различные нормы посева не оказали существенного влияния на начальное развитие растений нута. На всех вариантах опыта в среднем за три года исследований полные всходы отмечались на 13-й день (таблица 5.1). Существенные различия в продолжительности периода от посева до появления полных всходов наблюдались по годам исследований (приложения 13-15). Более позднее появление всходов нута в 2014 и 2015 годах объясняется пониженным температурным режимом после посева, что замедлило прорастание семян. Особенности прохождения фенологических фаз и продолжительность периодов развития нута от полных всходов до созревания на всех вариантах опыта подчинялись одной схеме – при увеличении густоты посева продолжительность сокращалась. Так, продолжительность периода полные всходы - цветение изменялась от 33 до 30 суток; цветение - созревание – от 51 до 48 суток в среднем за три года исследований.

В целом вегетационный период сорта нута Краснокутский 36 по средним данным 2013-2015 гг. колебался от 84 суток при норме высева 0,5

Таблица 5.1 – Влияние нормы высева на продолжительность межфазных периодов и вегетации у изучаемых сортов нута (среднее за 2013-2015 гг.)

Варианты опыта		Продолжительность периода, суток			
сорт	норма высева семян, млн. шт./га	посев – полные всходы	полные всходы – цветение	цветение – созревание	всходы – созревание
Краснокутский 36	0,5	13	33	51	84
	0,6	13	33	51	84
	0,7	13	33	51	84
	0,8	13	33	51	84
	0,9	13	33	50	83
	1,0	13	32	50	82
Золотой юбилей	0,5	13	32	50	82
	0,6	13	32	50	82
	0,7	13	32	50	82
	0,8	13	32	50	82
	0,9	13	32	49	81
	1,0	13	31	49	80
Вектор	0,5	13	31	49	80
	0,6	13	31	49	80
	0,7	13	31	49	80
	0,8	13	31	49	80
	0,9	13	31	48	79
	1,0	13	30	48	78

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.

5.2 Формирование густоты стояния растений в посевах нута при различных нормах высева

Одним из важнейших элементов продуктивной структуры агрофитоценоза нута является формирование его оптимальной плотности или густоты посева, то есть количества растений на единицу площади. Плотность агрофитоценоза в значительной степени определяется таким базовым агротехническим приемом, как применяемая норма высева семян, создающим различные условия обеспечения растений экологическими факторами – светом, пищей и особенно влагой, недостаток которой явно отмечается в острозасушливой зоне сухостепного Саратовского Заволжья. М.С. Савицкий и Н.Е. Николаев (1974) считают, что обеспечение правильной нормой высева достаточного числа растений на единице площади гарантирует сбор высокого урожая более надежно, чем усиленное кущение или ветвление. Однако, несмотря на большую важность установления оптимальной нормы высева зональные рекомендации по этому приему возделывания нута крайне противоречивы.

Густота стояния растений – это единственный элемент продуктивности агрофитоценоза, который формируется с самых первых этапов роста и развития растений и до уборки урожая. Основой формирования густоты стояния растений является полевая всхожесть. Получение дружных и полноценных всходов зависит от сочетания гидротермических факторов – температуры прогревания почвы и наличия влаги в посевном слое. Нут, как и все зернобобовые культуры, содержащие большое количество белка, требует для прорастания семян значительно

больше влаги, чем злаковые культуры. Кроме того, для нута, как более крупнозерной культуры, требуется больше воды для прорастания семян, чем для чины, чечевицы и многих других зернобобовых культур.

В наших опытах полевая всхожесть семян у изучаемых сортов нута по средним данным трех лет колебалась от 84,2 до 88,2% (таблица 5.2). Высокий процент полевой всхожести в опытах объясняется хорошим качеством семян (категория ЭС) достаточными для нута запасами влаги в посевном слое перед посевом, а также тем, что в условиях Саратовского Заволжья идет быстрое нарастание весенних температур, что приводит к быстрому и дружному прорастанию семян.

Полученные в опыте данные показали интересную закономерность – увеличение нормы высева нута приводило к некоторому увеличению полноты всходов. Некоторые авторы, также отмечавшие данную особенность прорастания семян зернобобовых культур, объясняют ее увеличением сосущей силы при посеве большей массы семян, то есть активным «подсасыванием» влаги из нижележащих горизонтов почвы (Балашов В.В., 1985; Германцева Н.И., 2001, Соннова Н.И., 2004).

Данные по сохранности растений показывают, что она была высокой – 80,0-93,8% (таблица 5.3). В значительной степени этот показатель зависел от сочетания ряда факторов – погодных условий года, сорта и нормы высева. Хотя нут и отличается высокой засухоустойчивостью, но все же сохранность в лучшем по увлажнению 2014 году была заметно выше, чем, например, в менее обеспеченном влагой 2015 году.

Наивысшая сохранность растений отмечалась в рядовых посевах всех изучаемых сортов нута 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 в среднем за три года. Вследствие более густого расположения растений в рядах и тем самым усиления конкуренции, сохранность заметно снижалась при повышении норм высева.

Таблица 5.2 – Влияние нормы высева на полевую всхожесть семян
у изучаемых сортов нута

Варианты опыта		Количество растений в фазу полных всходов, шт./ м ²				Полевая всхожесть %
сорт	норма высева, млн. шт./га	2013 год	2014 год	2015 год	Среднее за 3 года	
Краснокутский 36	0,5	42,2	41,0	43,8	42,3	84,6
	0,6	51,6	49,9	53,0	51,5	85,8
	0,7	60,6	58,7	62,2	60,5	86,4
	0,8	69,7	67,4	71,5	69,5	86,9
	0,9	78,9	76,6	80,9	78,8	87,6
	1,0	88,0	85,2	91,2	88,1	88,1
Золотой юбилей	0,5	42,7	41,3	43,8	42,6	85,2
	0,6	51,7	49,6	53,6	51,6	86,0
	0,7	60,3	58,6	62,3	60,4	86,3
	0,8	70,2	67,2	72,7	70,0	87,5
	0,9	78,8	76,9	81,0	78,9	87,7
	1,0	88,3	85,6	90,7	88,2	88,2
Вектор	0,5	42,3	40,5	43,6	42,1	84,2
	0,6	51,5	49,8	52,6	51,3	85,5
	0,7	60,7	58,8	62,4	60,6	86,6
	0,8	69,6	67,5	71,1	69,4	86,8
	0,9	78,8	76,3	81,1	78,7	87,4
	1,0	88,2	86,3	89,2	87,9	87,9

Таблица 5.3 – Влияние нормы высева на сохранность растений у изучаемых сортов нута (среднее за 2013-2015 гг.)

Варианты опыта		Количество растений в фазу уборки урожая, шт./ м ²				Сохранность растений, %
сорт	норма высева, млн. шт./га	2013 год	2014 год	2015 год	среднее за три года	
Краснокутский 36	0,5	39,4	40,5	39,1	39,7	93,8
	0,6	47,0	48,6	47,3	47,6	92,4
	0,7	55,7	57,5	54,2	55,8	92,2
	0,8	61,7	66,4	60,5	62,9	90,5
	0,9	67,8	69,3	67,5	68,2	86,6
	1,0	70,2	74,3	69,9	71,5	81,2
Золотой юбилей	0,5	38,9	40,0	38,7	39,2	92,0
	0,6	46,7	48,0	46,8	47,2	91,5
	0,7	54,2	56,3	53,7	54,7	90,6
	0,8	61,6	62,2	61,6	61,8	88,3
	0,9	66,9	69,0	64,8	66,9	84,8
	1,0	74,0	70,3	68,1	70,8	80,3
Вектор	0,5	38,6	39,1	39,2	39,0	92,6
	0,6	45,0	47,5	47,8	46,8	91,2
	0,7	53,1	55,3	53,9	54,1	89,3
	0,8	61,3	62,2	59,9	61,1	88,0
	0,9	65,9	65,8	66,0	65,9	83,7
	1,0	70,3	70,1	70,5	70,3	80,0

Сохранность отдельных сортов необходимо рассматривать обязательно во взаимоотношении с нормой высева. 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 всхожих семян на гектар – 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.

5.3 Биометрические показатели посевов нута

Формирование урожая зерна полевых культур находится в тесной зависимости от развития вегетативных органов растений. Важнейшими показателями высокопродуктивных посевов являются высота растений, площадь листовой поверхности, накопление сухой биомассы и др. Проведенные исследования показали, что эти параметры посева заметно различались по изучаемым сортам нута, а также в зависимости от норм высева и погодных условий (таблица 5.4, приложения 16-18).

Высота растения – важнейший показатель, характеризующий условия его развития. При достаточном обеспечении факторами жизни у нута развиваются достаточно высокие хорошо разветвленные растения. Данные нашего опыта показали, что высота растений у изучаемых сортов была различной. В период уборки высота растений составляла: у сорта Краснокутский 36 – 31,5-34,0 см; у сорта Золотой юбилей – 30,2-32,0 см; у сорта Вектор – 29,2-29,8 см в среднем за три года. При увеличении нормы высева высота растений снижалась, но незначительно.

Важнейшее значение у нута играет высота прикрепления нижних бобов, т.к. чем она выше, тем меньше потери при уборке урожая. У всех изучаемых сортов высота прикрепления нижних бобов была практически

Таблица 5.4 – Влияние нормы высева на биометрические показатели у изучаемых сортов нута
(среднее за 2013-2015 гг.)

Варианты опыта		Высота растений к уборке, см	Высота прикрепления нижнего боба, см	Площадь листьев в начале формирования бобов, тыс. м ² /га	Сухая надземная биомасса, т/га
сорт	норма высева семян, млн. шт./га				
Краснокутский 36	0,5	34,0	21,8	15,8	2,80
	0,6	33,2	21,8	18,2	3,03
	0,7	32,7	21,7	20,5	3,30
	0,8	32,4	21,6	22,3	3,52
	0,9	31,9	21,5	22,2	3,49
	1,0	31,5	21,4	21,8	3,26
Золотой юбилей	0,5	32,0	21,9	17,1	2,81
	0,6	31,7	21,9	20,7	3,28
	0,7	31,4	21,8	23,4	3,49
	0,8	31,1	21,6	24,3	3,59
	0,9	30,7	21,5	24,2	3,35
	1,0	30,2	21,5	23,0	3,03
Вектор	0,5	29,8	21,6	19,3	2,56
	0,6	29,7	21,2	22,6	3,16
	0,7	29,8	21,5	23,3	3,15
	0,8	29,8	21,6	23,8	2,94
	0,9	29,5	21,3	22,9	2,80
	1,0	29,2	21,0	22,5	2,69

одинаковой: у сорта Краснокутский 36 – 21,4-21,8 см; у сорта Золотой юбилей – – 21,5-21,9 см; у сорта Вектор – 21,0-21,6 см в среднем за три года. При увеличении нормы высева высота прикрепления нижних бобов на растениях всех сортов нута снижалась, но незначительно.

Однако более значимыми биометрическими показателями являются площадь листьев и сухая надземная биомасса, так как они оказывают непосредственное прямое влияние на формирование урожая.

Результаты многочисленных научных исследований и производственные данные показывают, что формирование урожайности сельскохозяйственных культур находится в тесной взаимосвязи с площадью листьев, так как только хорошо развитая листовая поверхность обеспечивает высокую фотосинтетическую деятельность посева и накопление наибольшего количества биомассы на единицу площади.

Динамика формирования площади листьев в посевах подчиняется определенной закономерности, характерной практически для всех полевых культур. После появления всходов площадь листьев в посевах медленно повышается, затем темпы нарастания заметно увеличиваются. К моменту прекращения образования боковых побегов у одних культур и завершения роста растений в высоту у других, площадь листьев достигает максимальной за вегетацию величины, а затем постепенно снижается в связи с пожелтением и отмиранием нижних листьев.

Площадь листьев различных сельскохозяйственных растений может сильно варьировать в течение вегетации в зависимости от условий водоснабжения, питания, агротехнических приемов. В засушливых условиях максимальная площадь листьев достигает всего 5-10 тыс. м²/га, а при избыточном увлажнении и азотном питании она может достигать 60-70 тыс. м²/га. Считается, что при индексе листовой поверхности 4-5, посев как оптическая фотосинтезирующая система работает в оптимальном режиме,

поглощая наибольшее количество фотосинтетически активной радиации (ФАР) и эффективно вырабатывая пластические вещества.

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.

Такие особенности формирования площади листьев сказались на создании надземной сухой массы, которая 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. При малых и больших нормах высева величина сухой массы снижалась, вероятно из-за малого числа растений в первом случае и из-за конкуренции – во втором.

5.4 Влияние нормы высева на засоренность агроценозов нута

Борьба с сорняками представляет значительную проблему в посевах нута, так как применение гербицидов ограничено допосевным периодом, а сама культура в результате медленного развития в первой половине вегетации может сильно зарастать сорняками. В связи с этим важную роль в борьбе с сорняками приобретают приемы агротехники. Нами проверялась эффективность различных норм высева в аспекте повышения биологического противостояния сорнякам различных сортов нута.

Засоренность посевов нута контролировалась по вариантам опыта поэтапно – через неделю после полных всходов и перед уборкой урожая. Общая засоренность весной в период полных всходов 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 (таблица 5.5).

Таблица 5.5 – Влияние нормы высева на засоренность посевов у изучаемых сортов нута
(среднее за 2013-2015 гг.)

Варианты опыта		Количество сорняков, шт./м ²		Сухая масса сорняков, г/м ²	
сорт	норма высева, млн. шт./га	после всходов	перед уборкой	после всходов	перед уборкой
Краснокутский 36	0,5	3,1	15,1	4,4	38,2
	0,6	3,0	14,3	3,9	33,6
	0,7	2,9	12,8	3,6	21,7
	0,8	3,1	9,2	4,2	11,9
	0,9	3,2	6,3	4,3	8,4
	1,0	2,6	5,6	3,7	5,9
Золотой юбилей	0,5	3,0	13,8	4,0	34,8
	0,6	3,1	12,1	4,4	25,4
	0,7	2,9	9,5	3,9	12,1
	0,8	3,0	7,6	4,0	8,8
	0,9	3,1	5,1	4,2	6,7
	1,0	2,7	4,9	3,8	5,2
Вектор	0,5	3,2	12,3	4,2	29,1
	0,6	2,9	9,8	3,7	18,0
	0,7	3,0	7,9	4,6	10,4
	0,8	3,1	6,2	4,3	8,0
	0,9	2,9	5,3	4,0	7,1
	1,0	2,8	4,5	3,5	4,8

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. У этого сорта растения были менее развитыми из трех изучаемых сортов, они развивались медленнее и до середины вегетации не «закрывали» своей надземной массой широкие междурядья и поэтому были наиболее благоприятные условия для роста и развития сорняков.

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 отмечено и заметное влияние нормы высева на засоренность посевов нута у изучаемых сортов. Высокая засоренность наблюдалась у сорта Краснокутский 36 на вариантах с нормами высева 0,5-0,7 млн всхожих семян на гектар; у сорта Золотой юбилей на вариантах с нормами высева 0,5-0,6 млн всхожих семян на гектар; у сорта Вектор на варианте с нормой высева 0,5 млн всхожих семян на гектар. 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.

В целом можно отметить, что изучение засоренности посевов нута в нашем полевом опыте показало, что оптимизация нормы высева заметно

улучшает развитие растений у изучаемых сортов (повышается густота посевов, увеличивается высота растений и площадь листьев, возрастает величина надземной биомассы) и тем самым может повышать их способность биологически подавлять сорняки и тем самым оказывать большое влияние на снижение засоренности посевов.

5.5 Элементы продуктивности в посевах нута при разной густоте растений на единице площади

Процесс создания урожая нута складывается из поэтапного формирования таких важнейших показателей, как число растений на единице площади с появления всходов и до момента уборки, число бобов и зерен на 1 растении, масса 1000 зерен и масса зерна с 1 растения. Только на основании количественной и качественной характеристики этих элементов продуктивности можно дать заключение об эффективности того или иного агротехнического приема. Проведенные исследования позволили точно установить параметры элементов продуктивности у изучаемых сортов нута при изменении нормы высева от 0,5 до 1,0 млн. всхожих семян на 1 га (таблица 5.6, приложения 19-21).

Продуктивность растений нута в посевах находится в большей зависимости от количества сформировавшихся на них бобов. Данные исследований показывают, что число бобов на растении – это один из наиболее переменных элементов структуры урожая нута. Потенциальная способность нута формировать бутоны, цветки и бобы очень высока, но ее реализация существенно зависит от сорта, сочетания экологических факторов, а также и применяемых приемов агротехники.

Рассматривая структуру урожая нута по различным вариантам опыта, необходимо отметить, что по числу бобов, образовавшихся на одном растении, выделяются разреженные посевы. На вариантах с повышенной густотой стояния растений количество бобов в расчете на

Таблица 5.6 – 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

одно растение 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.

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. По нашим данным в наиболее увлажненном 2014 году озерненность бобов у изучаемых сортов нута была несколько выше, чем в более засушливых 2013 и 2015 годах.

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.

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.

Проведенные исследования показали, что увеличение нормы высева ведет к заметному снижению семенной продуктивности одного растения. Так в нашем опыте у сорта нута Краснокутский 36 при увеличении нормы высева с 0,5 до 1,0 млн. всхожих семян на 1 гектар масса зерна с 1 растения снижалась с 2,82 до 1,34 грамм; у сортов Золотой юбилей и Вектор – соответственно с 3,09 до 1,15 и с 2,95 до 1,09 граммов по среднеголетним данным за 2013-2015 гг.

Масса 1000 зерен – устойчивый сортовой признак, но несколько изменяется под влиянием условий созревания, особенно в период завязывания и налива зерна. Семена в бобах нижнего яруса по величине и массе превосходят семена бобов, образовавшихся в более поздние фазы развития растений. Этим можно объяснить то, что при увеличении нормы высева масса 1000 семян нута несколько уменьшалась. Так в опыте 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 грамм; у сорта Золотой юбилей – с 241,2 до 230,6 грамм; у сорта Вектор – с 258,1 до 246,0 граммов по средним данным за 2013-2015 гг.

5.6 Влияние нормы высева на формирование биологической урожайности у разных сортов нута

Из приведенного анализа элементов структуры урожая у изучаемых сортов нута при различных нормах высева семян можно заключить, 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 биологическая урожайность посевов в наших опытах повышалась до определенного предела.

Так, 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 в среднем за три года (таблица 5.7).

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 5.7 – 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

Дальнейшее увеличение норм высева у изучаемых сортов нута прибавки не дало, а привело к заметному снижению урожая зерна.

Таким образом, в нашем опыте установлены оптимальные нормы высева сортов нута Краснокутский 36, Золотой юбилей и Вектор для центральной зоны Саратовского Левобережья, превышение которых ухудшает условия роста и развития растений в посевах и не позволяет им максимально использовать имеющиеся экологические и агротехнические факторы формирования продуктивности.

5.7 Эффективность использования влаги посевами нута

Изучение особенностей водопотребления полевых культур в сухостепном Поволжье имеет важное значение, поскольку определяющим фактором в формировании урожайности в этой обширной острозасушливой зоне является обеспеченность растений влагой.

Несмотря на особую важность этого показателя водопотребление нута в нашей зоне до настоящего времени практически не изучалось, вероятно в связи с его высокой засухоустойчивостью. В связи с этим нами были проведены исследования данного вопроса.

Суммарное водопотребление – количество влаги (почвенные запасы, осадки, поливы при орошении), которое расходуется гектаром посева за весь период вегетации культуры на транспирацию растений и испарение с поверхности почвы ($\text{м}^3/\text{га}$). На величину суммарного водопотребления влияют видовые и сортовые особенности: чем длиннее период вегетации и выше урожайность, тем больше суммарный расход воды.

Коэффициент водопотребления – это количество воды, расходуемое культурой на создание единицы основной продукции ($\text{м}^3/\text{т}$). Коэффициент водопотребления находится в обратной зависимости от урожая: чем выше урожай, тем меньше затраты воды на единицу урожая. Он также зависит от

погодных условий, влажности почвы в течение вегетации, сорта, агротехники и других условий и приемов.

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% (таблица 5.8).

Но потребление доступной растениям почвенной влаги зависело от метеорологических условий года. По данным наших исследований в заметно лучше обеспеченном влагой 2014 году, с пониженной температурой воздуха и невысоким напряжением транспирации, когда потребность нута в воде удовлетворялась в основном атмосферными осадками, почвенные запасы влаги расходовались меньше – они составили 20-25% суммарного водопотребления. В такие годы даже после уборки урожая в метровом слое почвы остается доступная влага.

В засушливые годы, наоборот, растения вынуждены жить в большей степени за счет почвенных резервов воды – в такие годы почва к уборке нередко иссушается до мертвого запаса на всю глубину проникновения корней. Так, в наиболее засушливом 2015 году доля почвенной влаги в формировании урожая нута составляла 75-80%.

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 рядовом 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.

Таблица 5.8 – Влияние нормы высева на показатели водопотребления у изучаемых сортов нута
(среднее за 2013-2015 гг.)

Сорт	Норма высева семян, млн. шт./га	Содержание продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см, м ³ /га		Сумма осадков за вегетацию, м ³ /га	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Урожайность зерна, т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
		при посеве	в период уборки				
Краснокутский 36	0,5	1146	454	583	1275	1,09	1170
	0,6	1146	393	583	1336	1,19	1123
	0,7	1146	372	583	1357	1,25	1086
	0,8	1146	328	583	1401	1,32	1061
	0,9	1146	279	583	1450	1,29	1124
	1,0	1146	184	583	1545	0,96	1609
Золотой юбилей	0,5	1146	454	583	1275	1,21	1054
	0,6	1146	393	583	1336	1,30	1028
	0,7	1146	372	583	1357	1,43	949
	0,8	1146	328	583	1401	1,22	1148
	0,9	1146	279	583	1450	1,03	1408
	1,0	1146	184	583	1545	0,81	1907
Вектор	0,5	1146	454	583	1275	1,15	1109
	0,6	1146	393	583	1336	1,26	1060
	0,7	1146	372	583	1357	1,14	1190
	0,8	1146	328	583	1401	1,02	1374
	0,9	1146	279	583	1450	0,91	1593
	1,0	1146	184	583	1545	0,76	2033

– у сорта нута Вектор при рядовом посеве нормой 0,6 млн. всхожих зерен на 1 гектар – 1060 м³/т.

Таким образом, наиболее экономно в засушливой 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 .

6 ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБРАБОТКИ СЕМЯН НУТА РИЗОТОРФИНОМ В КОМПЛЕКСЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ЗАСУШЛИВЫХ УСЛОВИЯХ

По мнению ряда ученых, в современных условиях ограниченного применения удобрений, биологическая фиксация азота воздуха бобовыми культурами может стать одним из важнейших направлений в решении проблемы увеличения производства растительного белка, получения экологически чистой продукции, сохранения и повышения плодородия почвы, снижения вредного влияния агрессивного минерального азота на агросистемы (Германцева Н.И., 2000; Шевцова Л.П., 2000; Посыпанов Г.С., 2007). Результаты исследований Е.Н. Мишустина, Н.И. Черепкова (1979), Н.И. Черепкова (1985) и Е.К. Муковниковой (1995) показывают, что бобовые растения с помощью клубеньковых бактерий могут обеспечить себя азотом из воздуха на 80%. Кроме того, этот прием очень важен в хозяйственном отношении, т.к. является основой современных энергосберегающих технологий возделывания зернобобовых культур.

Процесс симбиотической фиксации азота воздуха был открыт еще в середине XIX века, а в 1886 году немецкий ученый Гельригель установил, что он протекает у бобовых растений только в симбиозе с клубеньковыми бактериями из рода *Rhizobium* вида *Rh. leguminosarum*. К настоящему времени выявлено более 200 растений, фиксирующих азот атмосферы в симбиозе с микроорганизмами (Посыпанов Г.С. и др., 2007).

Наблюдения показывают, что на каштановых почвах сухостепной зоны Саратовского Заволжья природные симбиотические процессы протекают постоянно. Однако для формирования высокопродуктивных агрофитоценозов зернобобовых культур необходима разработка и применение приемов повышения симбиотической азотфиксации. Проведенный анализ литературных источников подтверждает, что активность симбиотической азотфиксации возрастает при предпосевной инокуляции семян бобовых культур активными штаммами клубеньковых

бактерий (Марковский А.Г., 1970; Блинков Г.Н., 1976; Чурзин В.Н., 1989; Посыпанов Г.С., 1993; Муковникова Е.К., 1995; Адров С.В., 1997; Чурзин В.Н., Егорова Г.С., 1998; Егорова Г.С., 2001; Шульга Д.В., 2001; Н.А. Шьюрова, 2004; Л.П. Шевцова, 2000,2012; Шульга Д.В., 2014).

Активность симбиотической азотфиксации зависит от специфичности и конкурентоспособности клубеньковых бактерий. Отмечается видовая и сортовая специфичность штаммов клубеньковых бактерий - практически каждый вид зернобобовых культур рекомендуется обрабатывать своим специфичным видом бактериальных удобрений.

В процессе инфекции корневой системы бобовых растений клубеньковыми бактериями большое значение имеет вирулентность - способность клубеньковых бактерий проникать в ткань корня, размножаться там и вызывать образование клубеньков. Важным свойством клубеньковых бактерий также является их эффективность в симбиозе с бобовыми растениями ассимилировать молекулярный азот и удовлетворять потребность растений в азотном питании.

Хорошим индикатором активности симбиотического процесса служит наличие в клубеньках леггемоглобина – вещества красной окраски. Леггемоглобин является переносчиком кислорода при окислении углеводов в процессе азотфиксации. Клубеньки, не содержащие красного пигмента, не усваивают азот воздуха.

В настоящее время крайне необходимы исследования, направленные на выявление условий и приемов, способствующих повышению симбиотической деятельности корневой системы нута, что в свою очередь способствовало бы увеличению продуктивности культуры.

6.1 Закономерности формирования симбиотического аппарата на корнях нута

Наши исследования показали, что образование клубеньков на корнях нута зависело от сочетания многих факторов. Значительное влияние

оказывали экологические факторы – температура и влага. Так, в 2015 году с высокими температурами и недостатком влаги клубеньков было меньше, чем в 2014 году, когда температуры были умеренными и часто выпадали осадки (таблица 6.1). В годы с хорошим влагообеспечением в активном состоянии клубеньки обнаруживались уже через две недели после появления всходов и оставались деятельными до созревания бобов в нижнем ярусе растений нута. Это согласуется с данными полевых исследований Е.Н. Мишустина (1970) и Г.С. Егоровой (2001), отмечавших, что наиболее активно развитие клубеньков проходит при температуре почвы +20-24°C и ее влажности не ниже 65 - 70%НВ. При влажности ниже этого уровня образование клубеньков обычно сильно замедляется, а продолжительный недостаток влаги приводит и к отмиранию даже сформировавшихся клубеньков на корнях бобовых растений.

Применение ризоторфина в нашем опыте способствовало повышению симбиотической азотфиксации нута. Наблюдения в полевом опыте показали, что на вариантах с применением бактериального препарата ризоторфин клубеньки на зародышевом корне нута становятся видимыми уже на 10-й день после всходов. На корнях сначала обнаруживаются выступы утолщенной формы, затем они превращаются в округлые наросты, а к фазе ветвления образуются колонии из отдельных клубеньков, которые имеют чаще округлую форму. На корнях растений, растущих из семян обработанных ризоторфином, активные клубеньковые бактерии образуют более крупные по величине и массе клубеньки с гладкой поверхностью. Они располагаются колониями у основания главного корня и небольшими скоплениями на боковых ответвлениях. В начале цветения клубеньки достигают максимальных размеров, и большинство из них приобретает розовую окраску. К фазе созревания бобов, а в годы с дефицитом влаги в почве и раньше, процесс азотфиксации начинает быстро затухать: окраска клубеньков переходит в коричневый или зеленовато-бурый цвет. Физиологи это явление называют некрозом клубеньков, утверждая, что именно в этот

Таблица 6.1 – Особенности формирования симбиотического аппарата нута в зависимости от применения ризоторфина и минеральных удобрений в слое почвы 0-30 см в фазу цветения (среднее за 2013-2015 гг.)

Варианты опыта	Количество сухих клубеньков на 1 растение, штук				Масса сухих клубеньков на 1 растение, мг			
	2013 г	2014 г	2015 г	среднее	2013 г	2014 г	2015 г	среднее
Контроль – без удобрений	16,5	23,2	12,1	17,3	65,1	92,4	48,0	68,5
Обработка семян ризоторфином	28,0	37,0	17,2	27,4	101,0	128,5	69,9	99,8
P ₃₀	25,3	36,2	18,7	26,7	95,6	147,3	73,4	105,4
P ₃₀ + обработка семян ризоторфином	28,3	40,2	20,9	29,8	119,5	169,8	88,1	125,8
N ₂₀ P ₃₀	23,3	35,9	20,6	26,6	86,5	129,6	79,1	98,4
N ₂₀ P ₃₀ + обработка семян ризоторфином	32,1	45,6	23,7	33,8	133,8	190,2	98,0	140,7
P ₄₅	25,1	35,7	18,5	26,4	101,7	144,9	75,0	107,2
P ₄₅ + обработка семян ризоторфином	29,7	37,5	20,4	29,2	124,5	170,9	90,5	128,6
N ₃₀ P ₄₅	23,5	33,3	17,3	24,7	93,9	133,3	69,2	98,8
N ₃₀ P ₄₅ + обработка семян ризоторфином	28,8	36,2	19,7	28,2	117,0	161,7	80,1	119,6

период клубеньки содержат наименьшее количество азота, чем остальные части растения, что и служит доказательством того, что именно в клубеньках протекает сам процесс усвоения азота, перемещающегося в дальнейшем в надземную часть растений.

На вариантах без инокуляции семян ризоторфином клубеньки образуются позже, большинство клубеньков располагалось отдельно на боковых корнях нута, не концентрируясь вокруг главного корня. Клубеньки формировались мелкие (мельче в 1,5-2 раза, чем на вариантах с обработкой ризоторфином), сморщенные, бурой, зеленовато-коричневой и желтой окраски и лишь меньшая их часть приобретала розовую окраску и была действительной в отношении азотофиксации.

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.

Таким образом, проведенные исследования показали, что на каштановых почвах Краснокутского района Саратовской области для повышения симбиотической азотофиксации нута необходимо совместное применение ризоторфина для предпосевной обработки семян и внесение до посева минеральных удобрений в дозе $N_{20}P_{30}$, т.е. эффективно обязательное внесение перед посевом небольшой дозы азота.

6.2 Динамика питательного режима посевов нута

Проведенные полевые исследования показали, что симбиотическая азотфиксация играет большую роль в улучшении питательного режима малоплодородных каштановых почв Краснокутского района Саратовской области. При этом выявлено, что основными факторами, снижающими активность симбиоза в зоне проведения исследований являются: низкая влагообеспеченность, высокая температура, плохая аэрация, отсутствие специфических и вирулентно-активных штаммов ризобий, а также недостаток легкоусвояемых форм азота и фосфора в почве. То есть симбиотическая азотфиксация растений нута и содержание элементов питания в пахотном горизонте почвы имеют определенную связь.

Исследования показали существенные различия в динамике содержания нитратного азота и подвижного фосфора в пахотном слое каштановой почвы, под посевами нута, в зависимости от применяемых видов и доз удобрений (таблица 6.2, приложения 22-24). В целом режим минерального питания на вариантах с применением удобрений был заметно выше, чем на контроле. Так, если на контрольном варианте содержание нитратного азота в начале вегетации по средним данным 2013-2015 годов составляло 12,2 мг/кг почвы, то на пятом и шестом вариантах при внесении N_{20} оно повысилось до 15,3-15,5 мг, а на девятом и десятом вариантах при внесении N_{30} – до 17,0-17,1 мг/кг почвы в пахотном слое.

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

Таблица 6.2 – Динамика элементов питания в почве на вариантах применения ризоторфина и минеральных удобрений в посевах нута, мг/кг в пахотном горизонте (среднее за 2013-2015 гг.)

Варианты опыта	Нитратный азот				Подвижный фосфор			
	всходы	бутонизация	цветение	созревание	Всходы	бутонизация	цветение	созревание
Контроль – без удобрений	12,2	12,0	11,0	8,4	17,5	17,2	16,3	15,2
Обработка семян ризоторфином	12,0	12,6	11,7	8,6	17,6	17,1	16,0	14,8
P ₃₀	12,5	12,4	11,5	8,2	21,4	21,0	20,3	18,6
P ₃₀ + обработка семян ризоторфином	12,4	12,8	11,8	8,7	21,5	21,3	20,0	18,4
N ₂₀ P ₃₀	15,3	16,1	15,2	11,9	21,3	20,9	19,7	18,0
N ₂₀ P ₃₀ + обработка семян ризоторфином	15,5	16,0	15,6	12,4	21,6	21,2	19,6	18,2
P ₄₅	12,3	12,1	11,3	8,0	22,9	22,6	20,7	18,8
P ₄₅ + обработка семян ризоторфином	12,6	12,9	11,9	8,5	22,9	22,7	21,0	19,1
N ₃₀ P ₄₅	17,1	16,8	15,0	10,8	22,8	22,0	20,4	18,7
N ₃₀ P ₄₅ + обработка семян ризоторфином	17,0	16,7	15,1	11,0	23,4	22,8	20,5	18,5

почвы. На всех остальных вариантах азотный режим посевов нута в течение вегетационного периода был заметно более благоприятным за счет того, что в почву поступал азот минеральных удобрений и зафиксированный симбиотический атмосферный азот.

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 каштановой почвы 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 контрольном варианте и 17,6 мг/кг на варианте отдельного применения ризоторфина.

Таким образом, многолетние исследования показали, что внесение азотно-фосфорных минеральных удобрений и обработка семян ризоторфином создавало заметное улучшение обеспечения элементами питания растений в посевах нута.

6.3 Влияние ризоторфина и минеральных удобрений на фотосинтетическую деятельность растений в посевах нута

Результаты научных исследований и производственные данные показывают, что улучшение агротехнического фона позволяет даже в засушливой зоне эффективно управлять фотосинтетической деятельностью растений в посевах полевых культур. Так, например площадь листьев при

регулировании влагообеспечения и минерального питания может быть увеличена с 10 тыс. м²/га до 50-70 тыс. м²/га, т.е. в 5-7 раз. Однако практика показывает, что необходимо стремиться к получению не максимальной, а оптимальной площади листьев, при которой посев как фотосинтезирующая система работает в оптимальном режиме, поглощая наибольшее количество фотосинтетически активной радиации (ФАР) и эффективно перерабатывая ее в органические вещества.

Данные опыта показывают, что применение минеральных удобрений и ризоторфина оказывало заметный эффект на фотосинтетическую деятельность растений в посевах сорта нута Золотой юбилей.

Наименьшая листовая поверхность в посевах нута сформировалась на варианте без использования ризоторфина для обработки семян и внесения минеральных азотно-фосфорных удобрений (контроль) – 21,6 тыс. м²/га в среднем за три года (таблица 6.3).

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 N₃₀P₄₅ + 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 N₃₀P₄₅ + 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.

Таблица 6.3 – 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
P ₃₀	25,3	1037	3,92	3,78
P ₃₀ + обработка семян ризоторфином	26,5	1086	4,13	3,80
N ₂₀ P ₃₀	27,0	1121	4,33	3,86
N ₂₀ P ₃₀ + обработка семян ризоторфином	27,4	1137	4,65	4,09
P ₄₅	26,2	1087	4,05	3,73
P ₄₅ + обработка семян ризоторфином	26,9	1119	4,20	3,77
N ₃₀ P ₄₅	28,8	1225	4,35	3,55
N ₃₀ P ₄₅ + обработка семян ризоторфином	29,6	1259	4,48	3,56
Fф	45,93*	37,09*	40,25*	37,79*
HCP ₀₅	1,0	52	0,2	0,08

Наибольшая величина показателя чистой продуктивности фотосинтеза получена на шестом варианте с комплексным фоном $N_{20}P_{30}$ + обработка семян ризоторфином - 4,09 г/м²* сутки.

Лучшие показатели фотосинтетической деятельности растений в посевах нута на варианте $N_{20}P_{30}$ + обработка семян ризоторфином обеспечили формирование на данном варианте наибольшей величины сухой надземной биомассы – 4,65 т/га в среднем за три года.

Значительное влияние на показатели фотосинтеза растений нута оказали и погодные условия отдельных лет (приложения 25-27). Фотосинтетический потенциал посевов по всем вариантам опыта был наибольшим в условиях наиболее влагообеспеченного 2014 года, а чистая продуктивность фотосинтеза была выше в условиях средне засушливого 2013 года и наиболее засушливого 2015 года.

6.4 Влияние ризоторфина и минеральных удобрений на элементы продуктивности и урожайность нута

Правильная оценка эффективности вносимых удобрений и выдача практических рекомендаций представляет большую сложность при проведении исследований с зернобобовыми культурами. Для этого необходим грамотный и подробный анализ условий и всех составляющих процесса формирования продуктивности посевов.

В исследованиях установлено, что внесение минеральных азотно-фосфорных удобрений и применение ризоторфина оказало некоторое положительное влияние на густоту посевов нута (таблица 6,4). 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 P_{30} – 60,6 шт./м² (107,3%); на варианте P_{30} + обработка семян ризоторфином – 61,4 шт./м² (прибавка 108,7%); на варианте применения дозы удобрений

Таблица 6.4 – Влияние ризоторфина и минеральных удобрений на элементы продуктивности сорта нута Золотой юбилей (среднее за 2013-2015 гг.)

Варианты опыта	Число растений перед уборкой, шт. на 1 м ²				Масса зерна с одного растения, Г			
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее
Контроль – без удобрений	56,2	57,6	55,7	56,5	2,11	2,85	1,40	2,12
Обработка семян ризоторфином	57,9	59,3	57,2	58,1	2,20	3,33	1,42	2,32
P ₃₀	60,8	61,0	60,0	60,6	2,19	3,27	1,54	2,33
P ₃₀ + обработка семян ризоторфином	61,4	62,4	60,5	61,4	2,32	3,47	1,62	2,47
N ₂₀ P ₃₀	62,3	63,8	61,6	62,6	2,39	3,53	1,52	2,48
N ₂₀ P ₃₀ + обработка семян ризоторфином	63,0	64,1	62,3	63,1	2,54	3,81	1,63	2,66
P ₄₅	61,6	62,8	60,7	61,7	2,19	3,14	1,57	2,30
P ₄₅ + обработка семян ризоторфином	62,0	63,3	61,3	62,2	2,33	3,56	1,62	2,50
N ₃₀ P ₄₅	60,6	62,2	60,1	61,0	2,30	3,41	1,42	2,38
N ₃₀ P ₄₅ + обработка семян ризоторфином	61,3	62,5	60,8	61,5	2,45	3,46	1,55	2,49

$N_{20}P_{30}$ – 62,6 шт./м² (прибавка 110,8%); на варианте $N_{20}P_{30}$ + обработка семян ризоторфином – 63,1 шт./м² (прибавка 111,7%); на варианте применения дозы удобрений P_{45} – 61,7 шт./м² (109,2%); на варианте P_{45} + обработка семян ризоторфином – 62,2 шт./м² (прибавка 110,1%); на варианте применения дозы удобрений в дозе $N_{30}P_{45}$ – 61,0 шт./м² (прибавка 108,0%); на варианте $N_{30}P_{45}$ + обработка семян ризоторфином – 61,5 шт./м² (прибавка 108,9%). Как видим, наилучшее влияние на формирование густоты посевов нута оказало применение ризоторфина на фоне внесения до посева минеральных азотно-фосфорных удобрений в дозе $N_{20}P_{30}$.

Также было 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 составляло 2,12 г (100%), то на варианте посева семян обработанных ризоторфином – 2,32 г (109,4%); на варианте применения дозы удобрений P_{30} – 2,33 г (109,9%); на варианте P_{30} + обработка семян ризоторфином – 2,47 г (прибавка 116,5%); на варианте применения дозы удобрений $N_{20}P_{30}$ – 2,48 г (прибавка 117,0%); на варианте $N_{20}P_{30}$ + обработка семян ризоторфином – 2,66 г (прибавка 125,5%); на варианте применения дозы удобрений P_{45} – 2,30 г (прибавка 108,5%); на варианте P_{45} + обработка семян ризоторфином – 2,50 г (прибавка 117,9%); на варианте применения дозы удобрений в дозе $N_{30}P_{45}$ – 2,38 г (прибавка 112,3%); на варианте $N_{30}P_{45}$ + обработка семян ризоторфином – 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 $N_{20}P_{30}$.

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 6.5).

Таблица 6.5 – 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 год	2014 год	2015 год	Среднее за 3 года	
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
P ₃₀	1,33	1,99	0,92	1,41	36,0
P ₃₀ + обработка семян ризоторфином	1,42	2,16	0,98	1,52	36,8
N ₂₀ P ₃₀	1,49	2,25	0,91	1,55	35,8
N ₂₀ P ₃₀ + обработка семян ризоторфином	1,60	2,44	1,01	1,68	36,2
P ₄₅	1,35	1,97	0,95	1,42	35,1
P ₄₅ + обработка семян ризоторфином	1,44	2,25	0,99	1,56	37,1
N ₃₀ P ₄₅	1,38	2,12	0,85	1,45	33,3
N ₃₀ P ₄₅ + обработка семян ризоторфином	1,49	2,16	0,94	1,53	34,1
Fф	46,6*	53,8*	41,2*	20,4*	
НСР ₀₅	0,05	0,08	0,04	0,10	

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 P_{30} дает прибавку по сравнению с контролем 0,21 т/га (17,5%); $N_{20}P_{30}$ – 0,35 т/га (29,2%); $N_{30}P_{45}$ – 0,25 т/га (20,8%).

Таким образом, 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, которые необходимы растениям. С повышением температуры верхнего слоя почвы клубеньковые бактерии начинают усиленно размножаться, на корнях образуются клубеньки, наблюдается активная фиксация атмосферного азота и обеспечение им растений.

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.

Внесение более высокой дозы азота N_{30} в нашем опыте оказывало неблагоприятное влияние на процесс симбиотической азотфиксации нута и продуктивность растений в посевах, что подтверждают приведенные в предыдущих разделах данные по формированию клубеньков (таблица 6.1), а затем по продуктивности фотосинтеза растений в посевах (таблица 6.3), а

также результаты текущего раздела по формированию массы зерна у одного растения нута (таблица 6.4).

Нами установлено, что большие начальные дозы азота изменяли в неблагоприятную сторону морфологию нутового растения - наблюдался усиленный рост вегетативной массы растений в первой половине вегетации в ущерб дальнейшему процессу плодоношения. Наблюдения за растениями показали, что на девятом и десятом вариантах, где использовалась доза азота N_{30} , закладывалось большое количество бобов на одном растении, но озерненность бобов не превышала единицу, а в отдельные годы была и значительно ниже. Самой низкой из всех вариантов опыта на данных вариантах была и масса 1000 зерен нута.

Таким образом, 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. Особенно сильно отрицательное влияние излишне активного начального вегетативного роста проявилось в условиях хорошо обеспеченного 2013 года, когда несмотря на благоприятные погодные условия урожайность из-за пустозерности и снижения массы 1000 зерен была не на много выше, чем в более засушливом 2015 году.

Для растений нута благоприятны высокие температуры при умеренном снабжении влагой. Такие условия наблюдались в 2014 году, и они способствовали хорошему развитию вегетативных органов, а также формированию наибольшей урожайности зерна по всем вариантам опыта – от 1,64 т/га на контроле до 2,44 т/га на лучшем шестом варианте с применением $N_{20}P_{30}$ + обработка семян ризоторфином.

Излишний вегетативный рост на девятом и десятом вариантах с внесением N_{30} 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.

6.5 Особенности накопления белка в зерне нута на различных фонах минерального питания

Важнейшей целью наших исследований являлось получение зерна нута с высоким содержанием белка. При решении данной цели предполагалось сделать ставку на стимулирование биологической фиксации азота воздуха. Биологическая фиксация азота воздуха должна стать мощным рычагом решения проблемы растительного белка. Продукция, полученная с участием симбиотически фиксированного азота, обладает высокими пищевыми и кормовыми качествами, безвредна для человека и сельскохозяйственных животных. Биологическая фиксация азота воздуха в значительной степени решает и проблему охраны окружающей среды, восстановления плодородия почв. В то же время увеличение сбора белка с помощью применения больших доз минерального азота приводит к накоплению нитратов в вегетативной массе, но не всегда улучшает качество урожая.

Данные исследований показывают, что применение ризоторфина и минеральных удобрений оказывает большое влияние на содержание белка в зерне нута (таблица 6.6). Так, если на контроле содержание белка в зерне составляло 23,8% в среднем за три года, то на варианте посева семян обработанных ризоторфином – 24,7% (прибавка 0,9%); на варианте применения дозы удобрений P_{30} – 24,1% (прибавка 0,3%); на варианте P_{30} + обработка семян ризоторфином – 25,0% (прибавка 1,2%); на варианте применения дозы удобрений $N_{20}P_{30}$ – 25,2% (прибавка 1,4%); на варианте $N_{20}P_{30}$ + обработка семян ризоторфином – 25,6% (прибавка 1,8%).

На девятом и десятом вариантах опыта с внесением минерального азота N_{30} увеличение содержания белка в зерне нута по сравнению с контролем наблюдалось – до 25,5 и 25,4% в среднем за три года соответственно. Но, как видим, оно было не столь значительное, чем на отмеченных выше лучших удобренных минеральным азотом в дозе N_{20} пятом и шестом вариантах нашего опыта. Как и в отношении урожайности, это

Таблица 6.6 – Влияние ризоторфина и минеральных удобрений на содержание белка в зерне сорта нута Золотой юбилей

Варианты опыта	Содержание белка в зерне, %				Прибавка к контролю, %
	2013 год	2014 год	2015 год	Среднее за 3 года	
Контроль – без удобрений	23,9	22,9	24,6	23,8	-
Обработка семян ризоторфином	24,6	23,5	25,9	24,7	0,9
P ₃₀	24,3	23,1	24,8	24,1	0,3
P ₃₀ + обработка семян ризоторфином	25,0	24,2	25,8	25,0	1,2
N ₂₀ P ₃₀	25,1	24,4	26,2	25,2	1,4
N ₂₀ P ₃₀ + обработка семян ризоторфином	25,7	24,7	26,5	25,6	1,8
P ₄₅	24,2	23,1	25,3	24,2	0,4
P ₄₅ + обработка семян ризоторфином	25,2	24,4	25,7	25,1	1,3
N ₃₀ P ₄₅	25,6	24,8	26,3	25,5	1,7
N ₃₀ P ₄₅ + обработка семян ризоторфином	25,3	24,9	26,1	25,4	1,6
Fф				2,9*	
HCP ₀₅				1,0	

следствие, с одной стороны подавления симбиотической азотфиксации, а с другой – быстрого расхода минерального азота удобрений на рост вегетативной массы в начале вегетационного периода.

Таким образом, для получения наивысшей урожайности и наилучшего качества зерна сорта нута Золотой юбилей при выращивании на каштановых почвах степной зоны Саратовского Заволжья необходимо регулирование питательного режима растений в посевах посредством комплексного применения двух агротехнологических приемов:

- допосевного внесения минеральных удобрений в дозе $N_{20}P_{30}$;
- предпосевной обработки семян ризоторфином.

7 БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕКОМЕНДУЕМЫХ ПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НУТА

Совершенствование деятельности и повышение отдачи АПК в различных зонах России выдвигают в качестве основополагающей задачу постоянной оценки эффективности выращивания сельскохозяйственных культур и отдельных приемов их возделывания. В условиях современного сельскохозяйственного производства оценку эффективности необходимо проводить по двум направлениям: первое – с обязательным научным обоснованием по биоэнергетической методике (Коринец В.В., 1986; Посыпанов Г.С., Долгодворов В.Е., 1995, Посыпанов Г.С. и др., 2007); второе - с точки зрения хозяйственных экономических интересов (методические рекомендации ВАСХНИИЛ, 1983, 1989; методика ВНИ кормов им. В.Р. Вильямса, 1989, 1995), сочетающих интересы государства и каждого конкретного сельхозпроизводителя.

7.1 Биоэнергетическая оценка

При проведении биоэнергетической оценки рассчитывались такие важнейшие показатели, как накопление совокупной энергии в урожае, затраты совокупной энергии на выращивание культуры, приращение энергии и коэффициент энергетической эффективности.

В опыте со сроками посева достигнуть наибольших энергетических показателей позволило применение раннего срока посева на сорте Золотой юбилей – самое высокое содержание совокупной энергии в урожае – 50,35 ГДж/га, наибольшее приращение энергии – 36,47 ГДж/га и наивысший коэффициент энергетической эффективности – 2,63 (таблица 7.1).

Биоэнергетическая оценка применения различных норм высева нута на каштановых почвах степной зоны Саратовского Левобережья показала

7.1 – Биоэнергетическая оценка применения различных сроков посева нута
(среднее за 2013-2015 гг.)

Сорт	Срок посева	Урожайность, т/га	Содержание совокупной энергии в урожае, ГДж/га	Затраты совокупной энергии на выращивание, ГДж/га	Достигнутое приращение энергии, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности (КЭЭ)
Золотой юбилей	Ранний	1,19	50,35	13,88	36,47	2,63
	Средний	0,75	33,44	13,44	20,00	1,49
	Поздний	0,36	17,20	13,05	4,15	0,32
Вектор	Ранний	1,14	49,95	13,83	36,12	2,61
	Средний	0,71	33,51	13,40	20,11	1,50
	Поздний	0,31	15,68	13,00	2,68	0,21

Таблица 7.2 – Биоэнергетическая оценка применения различных норм высева нута
(среднее за 2013-2015 гг.)

Варианты опыта		Урожай- ность, т/га	Содержание совокупной энергии в уро- жае, ГДж/га	Затраты сово- купной энер- гии на выра- щивание, ГДж/га	Достигнутое приращение энергии, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности (КЭЭ)
сорт	норма высе- ва семян, млн. шт./га					
Краснокут- ский 36	0,5	1,09	45,04	13,73	31,31	2,28
	0,6	1,19	48,80	13,89	34,91	2,51
	0,7	1,25	52,91	13,97	38,94	2,79
	0,8	1,32	56,36	14,08	42,28	3,00
	0,9	1,29	55,79	14,07	41,72	2,97
	1,0	0,96	50,86	13,80	37,06	2,69
Золотой юбилей	0,5	1,21	45,67	13,85	31,82	2,30
	0,6	1,30	52,88	13,98	38,90	2,78
	0,7	1,43	57,92	14,15	43,77	3,09
	0,8	1,22	56,41	13,98	42,43	3,04
	0,9	1,03	52,49	13,80	38,69	2,80
	1,0	0,81	46,85	13,65	33,20	2,43
Вектор	0,5	1,15	41,96	13,79	28,17	2,04
	0,6	1,26	50,98	13,94	37,04	2,66
	0,7	1,14	50,23	13,86	36,37	2,62
	0,8	1,02	46,65	13,78	32,87	2,37
	0,9	0,91	44,12	13,71	30,41	2,22
	1,0	0,76	41,80	13,60	28,20	2,07

Таблица 7.3 – Биоэнергетическая оценка применения ризоторфина и минеральных удобрений при выращивании нута (среднее за 2013-2015 гг.)

Варианты опыта	Урожайность, т/га	Содержание совокупной энергии в урожае, ГДж/га	Затраты совокупной энергии на выращивание, ГДж/га	Достигнутое приращение энергии, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности (КЭЭ)
Контроль – без удобрений	1,20	51,38	13,96	37,42	2,68
Обработка семян ризоторфином	1,35	59,06	14,13	44,93	3,18
P ₃₀	1,41	62,46	14,77	47,69	3,23
P ₃₀ + обработка семян ризоторфином	1,52	65,98	14,90	51,08	3,43
N ₂₀ P ₃₀	1,55	68,95	16,51	52,44	3,18
N ₂₀ P ₃₀ + обработка семян ризоторфином	1,68	74,14	16,66	57,48	3,45
P ₄₅	1,42	64,34	15,08	49,26	3,27
P ₄₅ + обработка семян ризоторфином	1,56	67,17	15,24	51,93	3,41
N ₃₀ P ₄₅	1,45	68,73	17,51	51,22	2,93
N ₃₀ P ₄₅ + обработка семян ризоторфином	1,53	70,98	17,61	53,37	3,03

преимущество возделывания сорта Золотой юбилей с нормой высева 0,7 млн. всхожих семян на 1 гектар – 57,92 ГДж/га накопленной совокупной энергии в урожае; 43,77 ГДж/га приращенной энергии, а коэффициент энергетической эффективности повысился до 3,09 (таблица 7.2).

Наилучшие в исследованиях биоэнергетические показатели получены в третьем опыте с регулированием питательного режима на варианте $N_{20}P_{30}$ + 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 (таблица 7.3).

7.2 Экономическая эффективность

Экономическая эффективность новых технологий возделывания культур определяется по их влиянию на улучшение конечных показателей сельскохозяйственного производства, главным образом на прирост прибыли за счет повышения урожайности продукции.

Важнейшими экономическими показателями в растениеводстве являются прямые затраты средств, стоимость выращенной продукции с 1 гектара, себестоимость производства 1 тонны зерна, условно чистый доход и уровень рентабельности.

Прямые затраты средств на 1 гектар рассчитывались по технологическим картам. Условный чистый доход определялся как разность между стоимостью полученного урожая и затратами на ее производство. Уровень рентабельности определялся отношением условного чистого дохода к затратам, выраженный в процентах (таблицы 7.4-7.6).

В расчетах использовалась рыночная стоимость зерна нута на период исследований в 2013-2015 гг.: 12 тыс. рублей за 1 тонну обычного нута и 15 тыс. рублей за 1 тонну крупнозерного нута Вектор.

7.4 – Экономическая эффективность применения различных сроков посева нута
(среднее за 2013-2015 гг.)

Сорт	Срок посева	Урожайность, т/га	Стоимость продукции, тыс. руб./га	Прямые затраты, тыс. руб./га	Себестоимость 1 т зерна, тыс. руб.	Условный чистый доход, тыс. руб./га	Уровень рентабельности, %
Золотой юбилей	Ранний	1,19	14,28	5,30	4,45	8,98	170
	Средний	0,75	9,00	5,07	6,76	3,93	78
	Поздний	0,36	4,32	4,87	13,53	-	-
Вектор	Ранний	1,14	17,10	5,38	4,72	11,72	218
	Средний	0,71	10,65	5,16	7,27	5,49	106
	Поздний	0,31	4,65	4,96	16,00	-	-

Таблица 7.5 – Экономическая эффективность применения различных норм высева нута
(среднее за 2013-2015 гг.)

Варианты опыта		Урожай- ность, т/га	Стоимость продукции, тыс. руб./га	Прямые за- траты, тыс. руб./га	Себестои- мость 1 т зерна, тыс. руб.	Условный чистый до- ход, тыс. руб./га	Уровень рента- бельности, %
Сорт	норма высе- ва семян, млн. шт./га						
Краснокут- ский 36	0,5	1,09	13,08	4,96	4,55	8,12	163
	0,6	1,19	14,28	5,31	4,46	8,97	169
	0,7	1,25	15,00	5,64	4,51	9,36	166
	0,8	1,32	15,84	5,97	4,52	9,87	165
	0,9	1,29	15,48	6,25	4,84	9,23	148
	1,0	0,96	11,52	6,38	6,65	5,14	81
Золотой юбилей	0,5	1,21	14,52	5,02	4,15	9,50	189
	0,6	1,30	15,60	5,37	4,13	10,23	191
	0,7	1,43	17,16	5,73	4,01	11,43	200
	0,8	1,22	14,64	6,14	5,03	8,50	138
	0,9	1,03	12,36	6,34	6,15	6,02	95
	1,0	0,81	9,72	6,53	8,06	3,19	49
Вектор	0,5	1,15	17,25	5,09	4,43	12,16	239
	0,6	1,26	18,90	5,54	4,39	13,36	241
	0,7	1,14	17,10	5,90	5,18	11,20	190
	0,8	1,02	15,30	6,24	5,47	9,06	145
	0,9	0,91	13,65	6,59	7,24	7,06	107
	1,0	0,76	11,40	6,92	9,11	4,48	65

Таблица 7.6 – Экономическая эффективность применения ризоторфина и минеральных удобрений при выращивании нута (среднее за 2013-2015 гг.)

Варианты опыта	Урожайность, т/га	Стоимость продукции, тыс. руб./га	Прямые затраты, тыс. руб./га	Себестоимость 1 т зерна, тыс. руб.	Условный чистый доход, тыс. руб./га	Уровень рентабельности, %
Контроль – без удобрений	1,20	14,40	6,13	5,11	8,27	135
Обработка семян ризоторфином	1,35	16,20	6,46	4,79	9,74	151
P ₃₀	1,41	16,92	6,90	4,89	10,02	145
P ₃₀ + обработка семян ризоторфином	1,52	18,24	7,20	4,74	11,04	153
N ₂₀ P ₃₀	1,55	18,60	7,39	4,77	11,21	152
N ₂₀ P ₃₀ + обработка семян ризоторфином	1,68	20,16	7,70	4,58	12,46	162
P ₄₅	1,42	17,04	7,21	5,08	9,83	136
P ₄₅ + обработка семян ризоторфином	1,56	18,72	7,53	4,83	11,19	149
N ₃₀ P ₄₅	1,45	17,40	7,85	5,41	9,55	122
N ₃₀ P ₄₅ + обработка семян ризоторфином	1,53	18,36	8,14	5,32	10,22	126

Полученные результаты исследований влияния различных приемов возделывания на урожайность нута были детально оценены нами с экономической точки зрения. Установлено, что при выращивании на каштановых почвах Саратовского Заволжья затраты на выращивание нута полностью окупались и был получен условный чистый доход.

Наиболее экономически 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 полученной на данном варианте урожайности 1,26 т/га получены самые высокие экономические показатели: наибольший условно чистый доход – 13,36 тыс. рублей с 1 гектара и максимальный уровень рентабельности – 241%.

Выращивание сорта нута Золотой юбилей при рядовом способе посева наиболее выгодно с применением нормы высева 0,7 млн. всхожих семян на 1 гектар – при урожайности 1,43 т/га получено 11,43 тыс. рублей с 1 гектара условно чистого дохода при максимальном для данного сорта уровне рентабельности – 200%. Выращивание сорта Золотой юбилей обеспечивает наименьшую себестоимость зерна – 4,01 тыс. рублей за 1 тонну в среднем за три года исследований.

Выращивание сорта нута Краснокутский 36 при рядовом способе посева наиболее выгодно с применением нормы высева 0,8 млн. всхожих семян на 1 гектар – при урожайности 1,32 т/га получено 9,87 тыс. рублей с 1 гектара условно чистого дохода в среднем за три года. Но максимальный для данного сорта уровень рентабельности – 169% и наименьшая себестоимость зерна – 4,46 тыс. рублей за 1 тонну отмечаются на варианте с нормой высева 0,6 млн. всхожих семян на 1 гектар.

В опыте со сроками посева достигнуть наилучших экономических показателей позволило применение раннего срока посева на крупнозерном

сорте Вектор – условно чистый доход в 11,72 тыс. рублей с 1 гектара и уровень рентабельности на уровне 218%..

В третьем опыте с регулированием питательного режима наилучшие экономические показатели были получены на варианте $N_{20}P_{30}$ + обработка семян ризоторфином: условно чистый доход – 12,46 тыс. рублей с 1 гектара, уровень рентабельности – 162% и себестоимость выращивания 1 тонны зерна нута составила 4,58 тыс. рублей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях степной зоны каштановых почв Саратовского Левобережья ценной зернобобовой культурой является нут, который отличается повышенной засухоустойчивостью, большой устойчивостью к повреждениям сельскохозяйственными вредителями и болезнями, простотой уборки урожая относительно других зернобобовых культур.

Исследования показали, что общая продолжительности 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. Эти особенности развития растений несомненно сказались на процессе создания урожая.

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 Левобережья формировал сорт нута Вектор при раннем сроке посева – 22,5 тыс. м²/га в фазу начала образования бобов в среднем за три года. 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 в среднем за три года.

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.

Выявлены различия в накоплении сухой и сырой биомассы по изучаемым срокам посева нута. 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 явное 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. На среднем и позднем сроках посева ускоренное прохождение фенологических фаз, резкое уменьшение площади листовой поверхности и величины надземной биомассы, заметное ухудшение элементов структуры урожая непосредственно повлияло на урожайность зерна у обоих изучаемых сортов нута в условиях Саратовского Заволжья.

Результаты исследований показали, что 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 отмечалась в рядовых посевах всех изучаемых сортов нута 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 в среднем за три года. Вследствие более густого расположения растений в рядах и тем самым усиления конкуренции, сохранность заметно снижалась при повышении норм высева.

Важнейшее значение у нута играет высота прикрепления нижних бобов, т.к. чем она выше, тем меньше потери при уборке урожая. У всех изучаемых сортов высота прикрепления нижних бобов была практически одинаковой: у сорта Краснокутский 36 – 21,4-21,8 см; у сорта Золотой юбилей – 21,5-21,9 см; у сорта Вектор – 21,0-21,6 см. При увеличении нормы высева высота прикрепления нижних бобов на растениях всех сортов нута снижалась, но незначительно.

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 в среднем за три года. Дальнейшее увеличение норм высева у изучаемых сортов нута привело к снижению урожая зерна.

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.

Проведенные исследования показали, что 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 штук и 140,7 грамм, тогда как на контроле было 17,3 клубеньков со значительно меньшей массой - 68,5 грамма.

Наиболее благоприятный режим азотного питания наблюдался на шестом варианте опыта - N₂₀P₃₀ + 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 каштановой почвы 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 контрольном варианте и 17,6 мг/кг на варианте отдельного применения ризоторфина.

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 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 составляло 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 N₂₀P₃₀ + 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% в среднем за три года или на 1,8% больше контрольного варианта.

Наилучшие в исследованиях биоэнергетические показатели получены в третьем опыте с регулированием питательного режима на варианте $N_{20}P_{30}$ + 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.

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 на данном варианте 1,26 т/га получены самые высокие фининсовые показатели: наибольший условно чистый доход – 13,36 тыс. рублей с 1 гектара и максимальный в исследованиях 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.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агробиологические основы выращивания сельскохозяйственных культур / Под редакцией Н.И. Кузнецова, М.Н. Худенко, В.Б. Нарушева [и др.] – Саратов: Изд-во СГАУ, 2003. – 260 с.
2. Агроклиматический справочник по Саратовской области, - Л.: Гидрометеопиздат, 1958.
3. Агронимия / В.Д. Муха, Н.И. Картамышев, И.С. Коченев и др. Под ред. В.Д. Мухи – М.: Колос, 2001 - 504 с.
4. Адров, С.В. Симбиотическая азотфиксация, продуктивность люцерны и ее последствие на урожайность сельскохозяйственных культур в подзоне светло-каштановых почв Нижнего Поволжья: Автореф. дис....канд с.-х. наук. – Волгоград, 1997 – 23 с.
5. Андреев, Н.Г. Луговое и полевое кормопроизводство – М.: Колос, 1975, С.386-387.
6. Антоний, А.К. Зернобобовые культуры на корм и семена / А.К. Антоний, А.П. Пылов. – М.: Колос, 1980.
7. Арензон, О.А. Оптимизация сроков посева нута в Нижнем Поволжье/ Тезисы докладов IV Международной научно-производственной конференции «Секция, технология возделывания и переработка нетрадиционных растений». - Симферополь, 1995. - С.23-24.
8. Арензон, О.А. Особенности формирования продуктивности нута в зависимости от сроков посева на светло-каштановых почвах Волгоградской области: автореферат дис... кандидата с.-х. наук. - Волгоград, 1997.- 24 с.
9. Аринушкина, Е.В. Руководство по химическому анализу почв. 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Изд-во Московского ун-та, 1979. - 487 с.
10. Артюков, Н.А. Нут в новых районах – Алма-Ата, 1958 – 21 с.
11. Артюков, Н.А. Посевы нута в Казахстане // Сельское хозяйство Казахстана – 1959, - №1, - С.47-50.

12. Арьков, А.А. Нут в рационах цыплят / А.А. Арьков, В.В. Балашов. – Волгоград, 1984.
13. Ахундова, В.А. Хозяйственно ценные образцы нута / В.А. Ахундова, Е.В. Туркова. – Селекция и семеноводство, 1991.
14. Балашов, В.В. Зернобобовым культурам постоянное внимание. Нут // Сельское хозяйство Поволжья. – 1966. - №10. – С.35.
15. Балашов, В.В. Некоторые вопросы селекции нута / Тр. Волгогр. СХИ. – 1974. – Т. 56. – С.77-81.
16. Балашов, В.В. Перспективы создания высокорослых сортов нута в Волгоградской области / Тр. Волгогр. СХИ. – 1976. – Т. 56. – С.202-205.
17. Балашов, В.В. Особенности биологии, селекции и технологии возделывания нута в условиях Нижнего Поволжья: Автореф. дис...д-ра с.-х. наук. – Волгоград, 1985. – 37 с.
18. Балашов, В.В. Селекция и семеноводство нута в Нижнем Поволжье / В.В. Балашов, А.И. Куликов / Селекция и семеноводство зернобобовых культур. – Орел, 1987. – С.143-148.
19. Балашов, В.В. Нут – зерно здоровья: Учебное пособие / В.В. Балашов, А.В. Балашов, И.Т. Патрин. – Волгоград: Перемена, 2002. – 88 с.
20. Балашов, В.В. Нут в Нижнем Поволжье: монография / В.В. Балашов, А.В. Балашов. - Волгоград: ИПК ВГСХА Нива, 2009. - 192 с.
21. Балашов, А.В. Особенности селекции, семеноводства и технологии возделывания сортов нута, адаптированных к засушливым условиям Нижнего Поволжья: Дис... доктора с.-х. наук. – Волгоград, 2011 – 414 с.
22. Барабанов, В.В. Взаимодействие росторегулирующего препарата «Альбит» и ризоторфина и их влияние на формирование урожая нута // Материалы межд. научно-практ. конф., посвящ. 60-летию победы в Великой Отечественной войне - ВГСХА - Волгоград, 2005 – С.15-16.
23. Беднарская, И.Г. Бараний горох // Зерновое хозяйство – 1989. - №3. – С.26-28.

24. Бегучев, П.П. Главный резерв белкового корма / П.П. Бегучев, А.В. Гриднев. – Волгоград, 1961. – 60 с.
25. Белецкий, Н.Н. Нут и его значение в южной культуре – М.- Л., Сельхозгиз, 1931. – 14 с.
26. Беляк, В.Б. Интенсификация кормопроизводства биологическими приемами - Пенза: Изд-во ПТИ, 1998 – 184 с.
27. Березова, Е.Ф. Бактериальные удобрения / Е.Ф. Березова, Л.М. Доросинский. – М.-Л.:Госсельхозиздат, 1961. - С.33,56,89.
28. Блинков, Г.Н. Азотфиксация клубеньковых бактерий в симбиозе с бобовыми растениями и ее значение // Сб.: Микрофлора почв и водных бассейнов Сибири и Дальнего Востока. Томск, 1976. - С.11-17.
29. Боднар, Г.В. Зернобобовые культуры / Г.В. Боднар, Г.Т. Лавриенко. – М.: Колос, 1977.
30. Бубнов, П.С. Отношение зернобобовых культур к теплу и свету // Тр. Белорусской с.-х. академии – 1952. – Т. 18. – С.45-60.
31. Булынцев, С.В. Некоторые результаты изучения мировой коллекции нута для решения актуальных проблем в селекции // Актуальные проблемы селекции и семеноводства зерновых культур Юго-Восточного региона Российской Федерации. – Саратов, 1999. – С.14-15.
32. Булынцев, С.В. Мировая коллекция нута и перспективы ее использования в селекции / Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. Материалы симпозиума. Т 11 – М., 2003.–С.19-20.
33. Бунтяков, С.И. Агрохимические показатели почв // Агрохимическая характеристика почв СССР (Районы Поволжья) / С.И. Бунтяков, В.Ф. Узун. - М.: Наука, 1966. - С.48-56.
34. Вавилов, Н.И. Полевые культуры Юго-Востока – Петроград: Ред. Изд-во ком. НКЗ, 1922. – 228 с.
35. Вавилов, П.П. Бобовые культуры и проблема растительного белка / П.П. Вавилов, Г.С. Посыпанов. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 256 с.

36. Вавилов, П.П. Полевые сельскохозяйственные культуры / П.П. Вавилов, Л.Н. Большев. – М.: Колос, 1984.
37. Вавилов, Н.И. Ботанико-географические основы селекции растений. Учение об исходном материале в селекции // Теоретические основы селекции. – Т. 1. – М.-Л., 1935. – С. 17-162.
38. Ванифатьев, А.Г. Нут в Северном Казахстане / А.Г. Ванифатьев, П. Хохлов // Сельское хозяйство Казахстана. – 1978. - №6. – С.16-17.
39. Васин, А.В. Теоретическое обоснование и оптимизация технологических приемов возделывания зернобобовых культур в лесостепи Среднего Поволжья: Автореф. дис...д-ра с.-х. наук. – Кинель, 2014. – 43 с..
40. Веденяпина, Н.С. Пути повышения доли «биологического» азота у бобовых и последующих культур при бактеризации предшественника в подзоне светло-каштановых почв Нижнего Поволжья / Н.С. Веденяпина, Е.К. Муковникова, С.В. Адров и др. / Тезисы докладов научн. конф.: Интродукция микроорганизмов в окружающую среду. - М., 1994. - С.22.
41. Ведышева, Р.Г. Поражаемость нута аскохитозом на инфекционном фоне // Зап. Воронеж. СХИ. – 1966. – Т. 32. – С.275-281.
42. Ведышева, Р.Г. Вопросы селекции гороха и нута в связи с их биологическими особенностями // Материалы научной конференции по агрономии – Одесса, 1970. – С.23-31.
43. Вишнякова, М.А. Зернобобовые культуры – недооцененный кормовой ресурс // Материалы 11-го Международного конгресса «Зерно и хлеб России». 8-10 ноября, 2006.– С.114.
44. Володин, В.И. Биохимические аспекты улучшения белковых компонентов семян зерновых бобовых культур // Производство и использование растительного белка – Краснодар, 1981. – С.80.
45. Германцева, Н.И. Результаты работ по селекции и агротехнике нута и чины // Культура зернобобовых растений. Вопросы биологии, селекции, семеноводства, агротехники и механизации. – М., 1967. – С.94-100.

46. Германцева, Н.И. Гербициды и боронование как средство борьбы с сорняками в посевах нута и чины на каштановых почвах Заволжья: Автореф. дис....канд. с.-х. наук / Германцева Н.И. Саратов, 1968. - 19 с.
47. Германцева, Н.И. Зернобобовые – резервы белка // Материалы зон. научно-практ. конференции по вопросу «О мерах по борьбе с засухой и обеспечению дальнейшего роста с.-х. производства в условиях центр. Заволжья Саратовской области». – Красный Кут, 1973. – С.59-64.
48. Германцева, Н.И. Особенности возделывания нута в сухой степи Заволжья // Науч. тр. НИИСХ Юго-Востока. – 1975. – Вып. 35. – С.228-229.
49. Германцева, Н.И. Всхожесть семян и урожай нута // Селекция и семеноводство. – 1978. - №3. – С.75.
50. Германцева Н.И. Основные направления селекции нута // Науч. тр. НИИСХ юго-Востока. – 1978. – Вып. 37. – С.147-148.
51. Германцева, Н.И. О некоторых вопросах селекции и агротехники сельскохозяйственных культур на Краснокутской селекционной станции // Перспективные технологии возделывания зерновых и кормовых культур в условиях интенсивного земледелия Саратовской области. – Саратов, 1979. – С.56-60.
52. Германцева, Н.И. Использование мировой коллекции в селекции нута // Генетика. – 1984. – Т. 30 (прил.). – С.30.
53. Германцева, Н.И. Необходимая культура // Достижения науки и техники АПК России – 1989 - №5 – С.29
54. Германцева, Н.И. Нут / Научно-обоснованные системы земледелия в Саратовской области на 1986-1990 годы – Саратов, 1988 - С.103-105.
55. Германцева, Н.И. Организация семеноводства и производства нута // Зерновые культуры. – 1989. - №3. – С.24-26.
56. Германцева, Н.И. Селекция нута на белок / Результаты селекции полевых культур и новые методы создания исходного материала. – Саратов, 1989. – С.142-145.

57. Германцева, Н.И. Характеристика сортов нута селекции Краснокутской станции / Сорты полевых культур Саратовской селекции. – Саратов, 1990. – С.26-27.
58. Германцева, Н.И. Нут / Сб. науч. тр. к 80-летию НИИСХ Юго-Востока. – Т. 2. – Земледелие. – Саратов, 1994. – С.194-202.
59. Германцева, Н.И. Селекция нута на высокую продуктивность / Селекция и семеноводство с.-х. культур. – Пенза, 2000. – С. 81-82.
60. Германцева, Н.И. Роль температурного фактора в продолжительности вегетационного периода нута / Селекция и семеноводство с.-х. культур. – Пенза, 2000. – С.83-85.
61. Германцева, Н.И. Биологические особенности, селекция и семеноводство нута в засушливом Поволжье: Автореф. дис...д-ра с.-х. наук. – Пенза, 2001. – 54 с.
62. Германцева, Н.И. Нут – культура засушливого земледелия. – Саратов: Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова, 2011. – 199 с.
63. Германцева, Н.И. Больше внимания культуре нута / Н.И. Германцева, В.А. Агишев // Зерновое хозяйство. – 1974. - №4. – С.31.
64. Германцева, Н.И. Новые сорта нута селекции Краснокутской станции / Н.И. Германцева, Л.А. Германцев, А.Н. Филатов / Современное состояние и перспективы развития селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур в РФ. - Выпуск 2., Часть 1. - Пенза, 1988. – С.84-87.
65. Германцева, Н.И. Нут в засушливом Заволжье / Н.И. Германцева, А.Н. Филатов // Зерновое хозяйство – 1979. - №12. – С.34-35.
66. Германцева, Н.И. Совершенствование технологии возделывания нута на каштановых почвах Заволжья / Н.И. Германцева, А.Н. Филатов / Пути интенсификации использования земель в Поволжье. – Науч. тр. НИИСХ Юго-Востока. - Саратов, 1981. – С.55-59.
67. Германцева, Н.И. Организация семеноводства нута в засушливом Заволжье / Н.И. Германцева, А.Н. Филатов, Т.В. Селезнева / Актуальные

проблемы селекции и семеноводства зерновых культур юго-восточного региона Рос. Федерации. – Саратов, 1999. – С.27-28.

68. Германцева, Н.И. Состояние и результаты селекции нута на Краснокутской станции / Н.И. Германцева, А.Н. Филатов / Селекция и семеноводство с.-х. культур. – Пенза, 2000 – С.78-80.

69. Германцева, Н.И. Некоторые аспекты селекции нута на устойчивость к неблагоприятным факторам среды / Н.И. Германцева, А.Н. Филатов, Т.В. Селезнева / Актуальные проблемы селекции и семеноводства зерновых культур юго-восточного региона РФ. – Саратов, 1999. – С.28-29.

70. Германцева, Н.И. Сроки, способы посева и нормы высева нута в условиях Саратовского Заволжья / Н.И. Германцева, А.Н. Филатов, Т.В. Селезнева / Селекция и семеноводство с.-х. культур. – Пенза, 2000. – С.148-150.

71. Говоров, Л.И. Селекция на засухоустойчивость / Теоретические основы селекции. – Т. 1. – М. –Л., 1935. – С.443-489.

72. Годунова, К.Н. Возделывание зернобобовых на Юго-Востоке. – Саратов, 1943. – 44 с.

73. Годунова, К.Н. Селекция, семеноводство и агротехника зернобобовых культур // Науч. отчет Ин-та зернового хоз-ва Юго-Востока СССР за 1941-1944 гг. – М. – С.215-225.

74. Голубев, В.Д. Применение удобрений: принципы, системы, особенности использования удобрений в Поволжье - Саратов: Приволжское книжное изд-во, 1969. С.149-151.

75. Гребенникова, Л.П. Нут Азербайджана и основные приемы его возделывания при орошении на светло-каштановых почвах: Автореф. дис....канд. с.-х. наук. – Кировобад, 1946. – 24 с.

76. Гуляев В.Р. Производство растительного белка на полях засушливой зоны СССР. – Саратов: Облгиз, 1946. – 91 с.

77. Гуляев, Г.В. Селекция и семеноводство полевых культур с основами генетики / Г.В. Гуляев, А.П. Дубинин. – М.: Колос, 1980. – 375 с.

78. Гусева, Л.П. Культура чины и нута в условиях Правобережья Саратовской области.: Автореф. дис....канд. с.-х. наук. – Саратов, 1967. – 31 с.
79. Гушин, И.В. О белковости зерна нута / И.В. Гушин, В.Г. Скоробогатько / Науч. отчет Краснокутской государственной селекционной станции за 1941-1943 гг. – М., 1947. – С.308-315.
80. Гушин, И.В. Солеустойчивость кукурузы, сорго и нута // Сб. науч. работ Краснокутской государственной селекционной станции за 1944-1948 гг. – М., 1950. – С. 90-98.
81. Дамиель, А.Х. Внимание культурам нута и фасоли – Ростов на Дону, 1931. – 14 с.
82. Декандоль, А. Местопроисхождение возделываемых растений – С. Пб., 1885. – 285 с.
83. Декаприевич, Л.Л. Материалы по изучению зернобобовых в Грузии / Записки науч.-прикладного отдела Тифлисского ботанического сада. – 1926. – Вып. 5. – С.129-148.
84. Дорожкина, Л.А. Гербициды и регуляторы роста растений / Л.А. Дорожкина, Л.М. Поддымкина. – М.: РГАУ-МСХА, 2013. – 212 с.
85. Доросинский, Л.М. Клубеньковые бактерии и нитрагин. – Л.:Колос, 1970. – С.7-17,159-160.
86. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). - М.: Колос. 1985. - 416 с.
87. Дрыгина, И. Нут – ценная бобовая культура сухих степей / Сельскохозяйственное производство Урала. – 1966.- №1. – С.16-17.
88. Елсуков, М.П. Однолетние бобовые культуры. – М.: Сельхозгиз. – 1954. – 398 с.
89. Енкен, В.Б. Нут, его свойства и приемы возделывания / В.Б. Енкен, М.А. Митюкевич. – Краснодар, 1946. – 28 с.
90. Енкен, В.Б. Нут как кормовая культура / Зерновые бобовые культуры – М.: Изд-во с.-х. литературы, 1960. – С.359-369.

91. Енкен, В.Б. Нут и его селекция // Зернобобовые культуры. – 1964.- №1. – С. 19-21.
92. Енкен, В.Б. Опыт селекции сортов нута // Методы исследований с зернобобовыми культурами. – Т. 1. – Орел, 1971. – С. 238-252.
93. Жуковский, П.П. Культурные растения и их сородичи. – Л.: Колос, 1971. – 709 с.
94. Зеленев, А.Н. Физиологические основы селекции зернобобовых культур к неблагоприятным факторам среды и пути ее повышения / А.Н. Зеленев, Л.Н. Долгополова, В.И. Измалков / Сб. научн. работ «Устойчивость зернобобовых и крупяных культур к неблагоприятным факторам среды и пути ее повышения» – Орел, 1982. – С. 4-16.
95. Зернобобовые культуры /Д. Шпаар [и др.]; под ред. Д. Шпаар. – Минск, 2000. – 264 с.
96. Зотиков, В.И. Производство зернобобовых и крупяных культур в России: состояние, проблемы, перспективы / В.И. Зотиков, Т.С. Науменко, В.С. Сидоренко // Земледелие. - №4. - 2015. - С.3-5.
97. Зыков, Ю.Д. Перспективные бобовые культуры юга и юго-востока Казахстана // Вестник с.-х. науки Казахстана. – 1963 - №10 – С.3-10.
98. Иванов Н.Н. О причине химической изменчивости в семенах нута географического посева // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции / ВИР – 1933. – С.3-12.
99. Инякина, А.С. Селекция зерновых и зернобобовых культур на Краснодарской государственной селекционной станции / А.С. Инякина, А.П. Бреднев, Е.Е. Малинина и др. / Научные труды НИИСХ Юго-Востока – 1968 – Выпуск 24. – С.96-109.
100. Кабанов, П.Г. Погода и поле. – Саратов: Приволжское книжное изд-во, 1975. – 238 с.
101. Княгиничев, М.И. Биохимия нута / М.И. Княгиничев, В.Ю. Гроссман / Биохимия культурных растений. – Л., 1938. – С.178-198.

102. Коварский, А.Е. Методы создания исходного материала при селекции зернобобовых культур в Молдавии // Однолетние бобовые культуры на корм. – М., 1971. – С.22-27.
103. Кожемякин, А.П. Роль нитрагинизации в повышении урожая и накопления белка бобовыми культурами / А.П. Кожемякин, Л.М. Доросинский / Труды ВНИИ с.-х. микробиологии. Л., 1987. Т.57. - С.21-26.
104. Константинов, П.Н. Нут и его культура в Заволжье – Покровск: Немиздат, 1926. – 16 с.
105. Концепция развития агропромышленного комплекса Саратовской области до 2020 года / А.А. Черняев, Е.Ф. Заворотин, А.И. Фирсов [и др.] – Саратов, Изд-во ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2011 – 143 с.
106. Конюхов, Г.И. Опыт выращивания нута в Якутии // Сб. научно – технич. информации Якут. НИИСХ. – 1962. - №8. – С. 24-26.
107. Корбут, К.Р. Основные приемы агротехники нута в условиях пустынно-степных предгорий Заилийского Алатау: Автореф. дис...канд. с.-х. наук, - Алма-Ата, 1965 – 25 с.
108. Корбут, К.Р. Нут в засушливой зоне // Земледелие. – 1974, №5– С. 4.
109. Коринец, В.В. Энергетическая оценка полевых севооборотов // Методические рекомендации. Волгоград, 1986. - 26 с.
110. Корнилов А.А. Соя, пелюшка, нут, чина в Ставропольском крае. – Ставрополь: Кн. изд-во, 1960. – 56 с.
111. Корнилов, А.А. Пути увеличения урожайности зернобобовых культур на Северном Кавказе // Зерновое хозяйство. – 1972. - №7. – С.32-34.
112. Корнилов, А.А. Сравнительная засухоустойчивость и солевыносливость сортов гороха, нута и чины / А.А. Корнилов, А.И. Асалиев, Ю.А. Сысоев / Устойчивость зернобобовых и крупяных культур к неблагоприятным факторам среды и пути ее повышения. – Орел, 1982. – С.27-34.
113. Косенко, Г.С. Культура нута в зоне сухих степей Оренбургской области: Автореф. дис....канд. с.-х. наук.- Одесса, 1974. – 25 с.

114. Кульжинский С.П. Зернобобовые культуры – М.: Сельхозгиз, 1948 – 296 с.
115. Куперман, Ф.М. Морфология растений - М.: Издательство Высшая школа - 1973.- 358 с.
116. Кшникаткина, А.Н. Формирование высокопродуктивных агрофитоценозов новых кормовых культур в лесостепи Поволжья: Автореф. дис... д-ра. с.-х. наук, - Кинель, 2000 – 44 с.
117. Лаханов, А.П. К вопросу о физиологической модели высокопродуктивных сортов зернобобовых культур / А.П. Лаханов, А.А. Гаврикова, Л.Н. Долгополова, Н.Е. Балачкова // Сельскохозяйственная биология. – 1981. – Т. 16, №6. – С.803-810.
118. Ледовский, Н.В. Агробиологические особенности и технология возделывания нута в степной зоне Южного Урала: Дис... кандидата с.-х. наук. - Оренбург, 2004. - 170 с.
119. Ливанов, К.В. Нут на Юго-Востоке – Саратов.: Приволж. кн. изд-во, 1963 – 48 с.
120. Лысак, А.П. Нормы высева нута / Сб. науч. тр. Башкирского НИИСХ. – 1963. – Вып. 1. – С.198-202.
121. Лысак, А.П. Сравнительная оценка однолетних бобовых культур и основные приемы агротехники возделывания нута в степи Башкирии: Автореф. дис.... канд. с.-х. наук. – Уфа, 1967а – 24 с.
122. Лысак, А.П. Культура нута в условиях степи Башкирии // Культура зернобобовых растений. – М., 1967б. – С. 190-194.
123. Лукашевич А.И. Аскохитоз нута и борьба с ним // Зерновые бобовые культуры. – М., 1960. – С.370-375.
124. Малинина, Е.Е. Нут / Науч. отчет Краснокутской Госселекстанции за 1941-1943 гг. – М., 1947. – С.84-96.
125. Малинина, Е.Е. Селекция нута // Сб. науч. работ Краснокутской госселекстанции за 1944-1948 гг. – М., 1950. – С.139-150.

126. Малинина, Е.Е. Высокорослые сорта нута / Е.Е. Малинина, К.В. Ливанов // Селекция и семеноводство. – 1959. - №: – С.48-51.
127. Марковский, А.Г. Пути повышения симбиоза между бобовыми культурами и клубеньковыми бактериями / Вопросы растениеводства в условиях Среднего Заволжья. - Куйбышев, 1970. Т. 26. Выпуск 1. - С.123-129.
128. Медведев, Г.А. Фотосинтетическая деятельность и продуктивность зернобобовых культур на черноземных почвах / Г.А. Медведев, О.П. Рябухина / Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2010. №3(9). – С.37-40.
129. Методика государственного сортоиспытания с.-х. культур. Выпуск 1. – М.,1971. – 246 с.
130. Методика государственного сортоиспытания с.-х. культур. Выпуск 2. – М.,1985. – 267 с.
131. Методика полевых опытов с кормовыми культурами // ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, М., 1971.
132. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М., ВИК им. В.Р. Вильямса, 1987. – 198 с.
133. Мирошниченко, И.И. Нут / И.И. Мирошниченко, А.М. Павлова – М.-Л.:Сельхозгиз, 1953 – 110 с.
134. Милов, В.М. Количественный и качественный состав белка и его изменчивость в семенах нута / Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции / ВИР. – Т. 29, Вып. 3. – 1952. – С.134-143.
135. Мишустин, Е.Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия. – М.: Изд-во Наука, 1972 – С. 105, 107, 273, 297.
136. Мишустин, Е.Н. Биологический азот в земледелии СССР / Е.Н. Мишустин, Н.И. Черепков. – Известия Академии Наук СССР, Серия биологическая, 1976, №3 – С.325-334.
137. Мишустин, Е.Н. Роль бобовых культур и свободноживущих азотфиксирующих микроорганизмов в азотном балансе земледелия / Е.Н. Мишу-

- стин, Н.И. Черепков. – В сб.: Круговорот и баланс азота в системе почва – удобрения – растения – вода. – М., 1979а – С.9-18.
138. Мишустин, Е.Н. Биологический азот как источник белка и удобрений / Е.Н. Мишустин, Н.И. Черепков. – Известия АН СССР, Серия биологическая, 1979б, №5 – С.656-676.
139. Муковникова, Е.К. Влияние нитрагинизации и органических удобрений на симбиотическую азотфиксацию и продуктивность семенной люцерны на светло-каштановых почвах при орошении: Автореф. дис....канд. с.-х. наук. – Волгоград, 1995 – 25 с.
140. Найдин, П.Г. Удобрение зерновых и зернобобовых культур. – М.: Колос, 1969.
141. Нарушев, В.Б. Адаптивные технологии возделывания полевых культур в Поволжье / В.Б. Нарушев, Е.А. Юрченко // Аграрный научный журнал. – 2004. – №4. – С.27-28.
142. Научные основы эффективного применения удобрений в Поволжье и Оренбургской области – Саратов: Приволж. кн. изд-во, 1983 – 166 с.
143. Нечаев, А.В. Влияние норм посева и гербицидов на урожайность нута в чернозёмной зоне Волгоградской области: автореф. дис.... канд. с.-х. наук. - Волгоград, 2007. - 24 с.
144. Ничипорович, А.А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев // В книге «XV Тимирязевские чтения». -М.: Изд-во АН СССР, 1956.-94 с.
145. Ничипорович, А.А. Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. М.: Изд-во АН СССР, 1963. - 159 с.
146. Ничипорович, А.А. Фотосинтез и урожай. М.: Знание, 1966. - 148 с.
147. Ничипорович, А.А. Теоретические основы оптимизации фотосинтетической продуктивности // Вестник АН СССР. – 1970. - №1. – С. 69-74.
148. Ничипорович, А.А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / А.А. Ничипорович, Л.П. Строганова, С.Н. Чмора, М.П. Власов. . – Издательство АН СССР, М., 1961.

149. Ничипорович, А.А. Фотосинтез и поглощение элементов минерального питания и воды корнями растений / А.А. Ничипорович, Чень Инь. / Физиология растений. - М., 1959. - Т. 6. - Вып. 5.
150. Орлов, В.П. Зернобобовые культуры в интенсивном земледелии / В.П. Орлов, А.П. Исаев, С.И. Лосев и др. – М.: Агропромиздат, 1986. –206 с.
151. Основы агрономии / Н.Н. Третьяков, Б.А. Ягодин, А.М. Туликов и др. – М.: ПрофОбрИздат, 2002. – 360 с.
152. Основы научных исследований в растениеводстве и селекции / А.Ф. Дружкин [и др.]. – Саратов: Изд-во Саратовского ГАУ, 2013. – 264 с.
153. Подольская, Т.В. Водопотребление нута и технология его возделывания в рисовых чеках Калмыкии – Дисс... кандидата с.-х. наук. - Волгоград, 2009 - 230 с.
154. Полевой опыт / Под ред. П.Г. Найдина. - М.: Колос, 1968. - 328 с.
155. Попов, М.Г. Род *Cicer* и его виды. К проблеме происхождения средиземноморской флоры / Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции / ВИР. – 1928-1929 гг. – Т. XXI, №1. – С.3-240.
156. Попова, Г.М. Нут / Культурная флора СССР. – 1937.– Т.4. – С.25-71.
157. Попова, Г.М. Межвидовой гибрид в роде *Cicer* / Зап. Ленинградский СХИ. – 1941. – Вып. 4. – С.7-10.
158. Посыпанов, Г.С. Потребление азота, фосфора, калия при питании минеральным и симбиотическим азотом. – Известия ТСХА, 1972, Выпуск 3, - С.28 -37.
159. Посыпанов, Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха: Справочное пособие. - М.: Агропромиздат. 1991. - 300 с.
160. Посыпанов Г.С. Биологический азот / Проблемы экологии и растительного белка / Изд-во МСХА. - М. 1993. - 272 с.
161. Посыпанов, Г.С. Энергетическая оценка технологий возделывания полевых культур / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов. - М.: Изд-во МСХА. 1995. - 21 с.

162. Практикум по растениеводству / П.П. Вавилов, В.В. Гриценко, В.С. Кузнецов; под ред. П.П. Вавилова - М.:Колос,1983 – С.118-119.
163. Прозорова, К.Г. Нут. – Л.: Изд-во Всесоюзного института прикладной ботаники и новых культур, 1927. – 30 с.
164. Прянишников, Д.Н. Нут / Об удобрении полей в севооборотах. - М., 1962. – С.92-93.
165. Пылов, А.П. Нут в совхозе «Диевский» // Зерновое хозяйство. – 1973. - №11. – С.32-33.
166. Растениеводство / Н.А. Майсурян, В.Н. Степанов, В.С. Кузнецов и др. Под ред. В.Н. Степанова. - Изд. 3-е переработанное и дополненное - М.: Колос, 1970. - 488 с.
167. Растениеводство / П.П. Вавилов, В.В. Гриценко, В.С. Кузнецов и др. Под ред. П.П. Вавилова. - Издание 5-е.- М.: Колос, 1986. - С.198-199.
168. Растениеводство / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Г.В. Коренев и др.; Под ред. Г.С. Посыпанова. – М.: КолосС, 2007. – 612 с.
169. Растениеводство / Г.В. Коренев, В.А. Федотов, А.Ф. Попов, В.С. Шевченко. – М.: Колос, 1999. – С.168.
170. Рекомендации по методике проведения наблюдений и исследований в полевом опыте / НИИСХ Юго-Востока. – Саратов,, 1973. - 223 с.
171. Руденко М.И. Определение фаз развития сельскохозяйственных растений. – М.: МОИП, 1950. – 151 с.
172. Рябухина, О.П. Влияние агрохимикатов и пестицидов на урожайность и качество семян зернобобовых культур на южных черноземах Волгоградской области: Автореф. дис...канд. с.-х. наук. – Волгоград, 2011. – 24 с.
173. Садыкова, О.М. Морфологические особенности нута при различных условиях выращивания: Автореф. дис...канд. с.-х. наук - М., 1973.- 28 с.
174. Сазанов, В.И. Сельскохозяйственное опытное дело в растениеводстве и его методика. - М.: Изд-во с.-х. литературы, журналов и плакатов, 1962. - 112 с.

175. Семенова, М.А. Селекционная работа с нутом в Нижнем Поволжье // Семеноводство. – 1933. - №5. – С.35-36.
176. Семенова, М.А. Нут (*Cicer aritinum*) // Селекция, агрохимия, семеноводство. – Энгельс: Немгосиздат. – 1935. – С.40-48.
177. Сеферова, И.В. Система рода *Cicer* и его культурного вида *Cicer aritinum*: Автореф. дис....канд. с.-х. наук - С-Пб., 1996.- 10 с.
178. Синягин, И.И. Площади питания растений. - 1966. - 144 с.
179. Смирнова-Иконникова, М.И. Химический состав зерновых бобовых культур // Зерновые бобовые культуры. – М., 1960. - С.29-51.
- 180 Совершенствование структуры посевных площадей сельскохозяйственных культур по микрорайонам Саратовской области на 2014-2020 годы: Методические рекомендации – Саратов, Изд-во Саратовского ГАУ, 2013. – 80 с.
181. Сысоев, Ю.А. Биологические особенности нута и агротехника его возделывания в засушливой степи Ставропольского края: Автореф. дис....канд. с.-х. наук. – Ставрополь, 1977. – 21 с.
182. Тарановская, И.Г. Методы изучения корневых систем. - М.: Сельхозгиз, 1957. - 216 с.
183. Товстик, М. Нут – ценная бобовая культура / М. Товстик, С. Кочкин // Сельское хозяйство Киргизии, 1962. - №1. – С.26-27.
184. Томмэ, М.Ф. Аминокислотный состав кормов. – М.: Колос, 1972 – 288 с.
185. Хабаров, А.М. Влияние предшественников и норм высева на урожайность сортов нута в подзоне светло-каштановых почв Волгоградской области: автореф. дис.... канд. с.-х. наук. - Волгоград, 2011. - 24 с.
186. Хайлова, Г.Ф. Симбиотическая азотфиксирующая система бобовых растений / Г.Ф. Хайлова, Г.Я. Жизневская // Агрохимия, 1980, №12 – С.118-133.

187. Хасанов, Г.А. Влияние сроков, норм и способов посева на урожайность и качество нута в условиях Зауралья Республики Башкортостан: дис... кандидата с.-х. наук. - Уфа, 2004.- 184 с.
188. Черепков, Н.И. Круговорот биологического азота в сельском хозяйстве СССР / В кн.: Минеральный и биологический азот в земледелии СССР. - М.: Наука, 1985. - С.37-40.
189. Чурзин, В.Н. Биологические основы и приемы создания высокопродуктивного травостоя люцерны при выращивании на корм и семена в условиях орошения на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья: Дис... д-ра с.-х. наук. – Волгоград, 1989. – 380 с.
190. Чурзин, В.Н. Биологический азот и вопросы экологии при выращивании люцерны на семена В.Н. Чурзин, Г.С. Егорова. – Волгоград, Вестник АПК, №24, 1998.
191. Шевцова, Л.П. Формирование высокопродуктивных агрофитоценозов зернобобовых культур в засушливом Поволжье: автореф. дис... доктора с.-х. наук. - Саратов, 2000. - 46 с.
192. Шевцова, Л.П. Полевое растениеводство степного Поволжья. Ч. 4. Зернобобовые культуры / Л.П. Шевцова [и др.]. – Саратов: Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова, 2012. – 240 с.
193. Шевцова, Л.П. Продукционные процессы и урожайность нута в зависимости от густоты посева на черноземах Саратовского Правобережья / Л.П. Шевцова [и др.]. – Саратов, 2013. – 336 с.
194. Шевцова, Л.П. Урожайность и кормовая продуктивность гороха в бинарных посевах на черноземах Саратовского Правобережья / Л.П. Шевцова, Е.Н. Трухина // Аграрный научный журнал. – 2014. № 12. – С.44–47.
195. Шульга, Д.В. Влияние способа посева, обработки семян нитрагином и физиологически активными веществами на урожайность и симбиотическую азотфиксацию бобовых трав в подзоне светло-каштановых почв Волгоградской области: Автореф. дис... канд.с.-х. наук–Волгоград, 2001. 24 с.

196. Шьюрова, Н.А. Продуктивность и симбиотическая активность нута в зависимости от приемов выращивания в степной и сухостепной зонах Саратовской области: Автореф. дис...канд. с.-х. наук.– Саратов, 2004.–23 с.
197. Энергетическая оценка технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Мет. указания. – Волгоград, 1994. – 24 с.
198. Эшмирзаев, К. Наследование бобов при гибридизации нута // Материалы конф. молодых ученых. – Ташкент, 1978. – С. 100-105.
199. Койнов, Г.М. Нахут. *Cicer aritinum*. – София, 1968. – 191 с.
200. Койнов, Г.М., Радков П. Результаты от селектияти и сравнительнота изнибване на някой сортове нахут в Болгария. – Растен. науки. – 1970. – Т.7. - №6. – С. 45-52.
201. Савченко, Я. Нут - *Cicer aritinum* в сільському господарстві України. – Харків. – 1926. – 20 с.
202. Bahl, P., Jain H. Association among agronomic characters and plant ideotype on chickpea (*Cicer aritinum* L.) // Z. Pflanzenzuchtю – 1977. - Vol., 79, №2. – P. 154-159.
203. Corbin, E. J. Present status of chickpea in Australia // Int. Workshop Grain Legumes. – S. I. – 1975. - №8. – P. 87-94.
204. Corbin. E. J., Brockwell J., Gault R.R. Modulation studies on chickpea (*Cicer aritinum* L.) // Austral. T. of Exper. Agris and Anim. Husb. – 1977. Vol. 17, №84. – P. 128-134.
205. Joshi, S.N. Optimum plot and shape for inirigated rabi ram (*Cicer*) trials // Madras agr. J. – 1972. - Vol. 59, №8. – P. 431-434.
206. Kande, J. Valeur nutritionell de deux Graines de legumineuses: le pois chicke (*Cicer aritinum* L.) et la lentille (*Lens esculenta*) // Ann. Nutrit. Aliment. – 1967. - Vol. 21, №2. – P. 45-67.
207. Katiyar, R. Heterosis in relation to per performance and effects of general combining ability in chickpea // Indian. J. agr. Sc. – 1979. - Vol. 21, №2. – P. 45-67.

208. Ladhav, B.V., Nerhar U.S. Relationship between seed weight and protein content in Bengal gram (*Cicer aritinum*) // L. Maharashtra Agr. Univ. – 1976. – 1. – P. 291-292.
209. Maesen, L. *Cicer L.* A monograph of the genus, with special reference to the chickpea (*Cicer aritinum L.*) insectology, cultivation. – Wageningen, Veenman. - 1972. – 342 p.
210. Mujeeb, K.A., Siddigni S.H. The nutritional status and radiosensitivity of some *Cicer aritinum L. cultivare* // *Experientia*. – 1973. – Vol. 29, №11. – P. 1426-1428.
211. Pal, B.P., Narayene T.P. Ovule mortality in gram (*Cicer aritinum L.*) // *Proceedings of the Ind. – academy of Sci.* – 1940. – Vol. 12, №2. – P. 327-336.
212. Phadnis, B.A., Ekbote A.P., Ainchwar S.S. Path coefficient analysis in gram (*Cicer aritinum L.*) // *Indian J. Agric. Sci.* – 1970. - №40. – P. 1013-1016.
213. Saxena, M.C. Problems and Potential of Chickpea Production in the Nineties // *Chickpea Production in the Nineties: Proceedings of the Second International Workshop on Chickpea Improvement. (4-8 Dec. 1989) ICRISAT Center, India/ - ICARDA.* – Aleppo [Syria], 1989. – P. 13-23.
214. Womanan, P.P., Mal B.N. Fertilizer application and placement in chickpea // *Fertil. News.* – 1968. – Vol. 13, №2. – P. 39-42.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1 – Влияние сроков посева на продолжительность межфазных периодов и вегетационного периода нута в условиях 2013 года

Сорт	Срок посева	Продолжительность периода, дней			
		посев – полные всходы	полные всходы – цветение	цветение – созревание	посев – созревание
Золотой юбилей	Ранний	11	32	46	78
	Средний	10	30	44	74
	Поздний	8	28	39	67
Вектор	Ранний	11	31	46	77
	Средний	10	29	44	73
	Поздний	8	27	39	66

Приложение 2 – Влияние сроков посева на продолжительность межфазных периодов и вегетационного периода нута в условиях 2014 года

Сорт	Срок посева	Продолжительность периода, дней			
		посев – полные всходы	полные всходы – цветение	цветение – созревание	посев – созревание
Золотой юбилей	Ранний	14	31	55	86
	Средний	13	28	50	78
	Поздний	10	27	48	75
Вектор	Ранний	14	30	55	85
	Средний	13	27	50	77
	Поздний	10	26	48	74

Приложение 3 – Влияние сроков посева на продолжительность межфазных периодов и вегетационного периода нута в условиях 2015 года

Сорт	Срок посева	Продолжительность периода, дней			
		посев – полные всходы	полные всходы – цветение	цветение – созревание	посев – созревание
Золотой юбилей	Ранний	15	33	48	81
	Средний	12	29	48	77
	Поздний	10	24	45	69
Вектор	Ранний	15	32	47	79
	Средний	12	28	48	76
	Поздний	10	23	45	68

Приложение 4 – Влияние сроков посева на фотосинтетические показатели у изучаемых сортов нута в условиях 2013 года

Сорт	Срок посева	Площадь листьев по фазам развития, тыс. м ² /га					ФП, тыс. м ² *сутки/га	ЧПФ, г/м ² *сутки
		ветвление	цветение	образование бобов	конец налива зерна	созревание		
Золотой юбилей	Ранний	7,4	15,1	20,2	15,2	5,9	787	3,79
	Средний	6,5	13,4	16,2	12,0	4,8	599	3,32
	Поздний	5,2	9,3	11,3	8,4	3,3	378	2,75
Вектор	Ранний	7,8	15,9	21,4	16,1	6,3	823	3,61
	Средний	6,9	14,7	17,7	13,3	5,1	646	3,11
	Поздний	5,5	10,4,	12,5	9,3	3,6	412	2,31

Приложение 5 – Влияние сроков посева на фотосинтетические показатели у изучаемых сортов нута
в условиях 2014 года

Сорт	Срок посева	Площадь листьев по фазам развития, тыс. м ² /га					ФП, тыс. м ² *сутки/га	ЧПФ, г/м ² *сутки
		ветвление	цветение	образова- ние бобов	конец налива зерна	созрева- ние		
Золотой юбилей	Ранний	7,6	16,0	25,6	19,2	7,2	1100	3,82
	Средний	6,7	14,4	20,5	15,5	6,0	799	3,53
	Поздний	5,3	9,9	14,3	10,6	4,2	536	2,74
Вектор	Ранний	8,0	16,9	27,0	20,3	7,9	1147	3,69
	Средний	7,1	15,7	22,3	16,8	6,5	858	3,33
	Поздний	5,6	11,1	15,7	11,8	4,6	580	2,33

Приложение 6 – Влияние сроков посева на фотосинтетические показатели у изучаемых сортов нута в условиях 2015 года

Сорт	Срок посева	Площадь листьев по фазам развития, тыс. м ² /га					ФП, тыс. м ² *сутки/га	ЧПФ, г/м ² *сутки
		ветвление	цветение	образование бобов	конец налива зерна	созревание		
Золотой юбилей	Ранний	81	161	181	136	56	733	307
	Средний	71	143	147	103	42	565	264
	Поздний	57	99	101	75	30	348	218
Вектор	Ранний	85	169	191	144	56	754	291
	Средний	76	156	158	119	46	600	249
	Поздний	60	110	111	83	32	377	188

Приложение 7 – Влияние сроков посева на динамику накопления сырой и сухой биомассы посевами изучаемых сортов нута в условиях 2013 года, т/га

Сорт	Срок посева	Фазы вегетации									
		ветвление		цветение		образование бобов		конец налива зерна		полная спелость	
		сырая масса	сухая масса	сырая масса	сухая масса	сырая масса	сухая масса	сырая масса	сухая масса	сырая масса	сухая масса
Золотой юбилей	Ранний	1,28	0,38	1,97	0,80	3,32	1,56	4,96	2,98	4,08	2,81
	Средний	0,86	0,25	1,34	0,54	2,23	1,10	3,35	1,99	2,73	1,90
	Поздний	0,44	0,13	0,70	0,27	1,18	0,58	1,73	1,04	1,42	0,99
Вектор	Ранний	1,24	0,39	2,01	0,81	3,47	1,68	4,84	2,97	4,05	2,83
	Средний	0,86	0,24	1,33	0,50	2,21	1,09	3,31	2,01	2,70	1,89
	Поздний	0,40	0,10	0,62	0,26	1,06	0,53	1,68	0,95	1,32	0,95

Приложение 8 – Влияние сроков посева на динамику накопления сырой и сухой биомассы посевами изучаемых сортов нута в условиях 2014 года, т/га

Сорт	Срок посева	Фазы вегетации									
		ветвление		цветение		образование бобов		конец налива зерна		полная спелость	
		сырая масса	сухая масса	сырая масса	сухая масса	сырая масса	сухая масса	сырая масса	сухая масса	сырая масса	сухая масса
Золотой юбилей	Ранний	1,32	0,39	2,10	0,85	4,15	2,08	6,20	4,20	5,49	3,85
	Средний	0,89	0,26	1,39	0,58	2,85	1,39	4,62	2,82	3,75	2,65
	Поздний	0,45	0,15	0,74	0,28	1,50	0,73	2,42	1,47	1,90	1,38
Вектор	Ранний	1,29	0,40	2,14	0,88	3,65	2,12	6,82	4,23	5,63	3,81
	Средний	0,85	0,25	1,42	0,55	2,80	1,36	4,63	2,86	3,72	2,59
	Поздний	0,39	0,13	0,70	0,30	1,44	0,67	2,17	1,35	1,81	1,29

Приложение 9 – Влияние сроков посева на динамику накопления сырой и сухой биомассы посевами изучаемых сортов нута в условиях 2015 года, т/га

Сорт	Срок посева	Фазы вегетации									
		ветвление		цветение		образование бобов		конец налива зерна		полная спелость	
		сырая масса	сухая масса	сырая масса	сухая масса	сырая масса	сухая масса	сырая масса	сухая масса	сырая масса	сухая масса
Золотой юбилей	Ранний	1,39	0,44	2,08	0,85	3,01	1,61	4,50	2,25	3,12	2,23
	Средний	0,96	0,27	1,46	0,57	1,97	0,99	2,53	1,49	2,12	1,48
	Поздний	0,49	0,14	0,75	0,31	1,04	0,53	1,30	0,76	1,18	0,78
Вектор	Ранний	1,37	0,38	2,13	0,86	3,53	1,50	3,94	2,19	3,11	2,29
	Средний	0,90	0,29	1,42	0,51	1,98	1,08	2,50	1,49	2,10	1,49
	Поздний	0,46	0,15	0,68	0,25	0,87	0,48	1,17	0,71	1,05	0,68

Приложение 10 – Влияние сроков посева на структуру и элементы продуктивности у изучаемых сортов нута в условиях 2013 года

Сорт	Срок посева	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	47,5	9,5	10,5	2,48	242,0
	Средний	42,2	7,0	7,0	1,69	242,0
	Поздний	41,2	5,5	5,0	1,20	243,5
Вектор	Ранний	45,5	9,0	9,5	2,44	256,8
	Средний	40,5	7,5	7,5	1,90	251,5
	Поздний	39,6	5,5	4,5	1,13	250,5

Приложение 11 – Влияние сроков посева на структуру и элементы продуктивности у изучаемых сортов нута в условиях 2014 года

Сорт	Срок посева	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	52,7	10,8	11,8	2,85	250,0
	Средний	47,0	8,5	9,5	2,37	250,3
	Поздний	40,2	5,0	5,0	1,84	238,3
ектор	Ранний	50,7	10,8	11,0	2,89	262,8
	Средний	45,0	7,5	8,0	2,10	261,5
	Поздний	38,6	5,3	5,0	1,25	250,5

Приложение 12 – Влияние сроков посева на структуру и элементы продуктивности у изучаемых сортов нута в условиях 2015 года

Сорт	Срок посева	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	46,0	9,3	8,5	2,13	241,0
	Средний	41,2	7,8	6,0	1,46	240,0
	Поздний	41,2	4,0	3,0	0,70	241,5
Вектор	Ранний	48,2	9,0	8,0	2,04	257,0
	Средний	40,3	6,0	5,5	1,37	253,3
	Поздний	39,1	4,0	2,0	0,50	250,0

Приложение 13 - Влияние норм высева на продолжительность межфазных периодов и вегетационного периода изучаемых сортов нута в 2013 году

Варианты опыта		Продолжительность периода, суток			
сорт	норма высева семян, млн. шт./га	посев - полные всходы	полные всходы - цветение	цветение – созревание	посев – созревание
Краснокутский 36	0,6	11	33	46	79
	0,8	11	33	46	79
	1,0	11	32	45	77
Золотой юбилей	0,6	11	32	46	78
	0,8	11	32	46	78
	1,0	11	31	45	76
Вектор	0,6	11	31	46	76
	0,8	11	31	45	76
	1,0	11	30	45	75

Приложение 14 - Влияние норм высева на продолжительность межфазных периодов и вегетационного периода изучаемых сортов нута в 2014 году

Варианты опыта		Продолжительность периода, суток			
сорт	норма высева семян, млн. шт./га	посев - полные всходы	полные всходы - цветение	цветение – созревание	посев – созревание
Краснокутский 36	0,6	14	32	56	88
	0,8	14	32	56	88
	1,0	14	32	55	87
Золотой юбилей	0,6	14	31	55	86
	0,8	14	31	55	86
	1,0	14	31	54	85
Вектор	0,6	14	30	55	85
	0,8	14	30	55	85
	1,0	14	30	54	84

Приложение 15 - Влияние норм высева на продолжительность межфазных периодов и вегетационного периода изучаемых сортов нута в 2015 году

Варианты опыта		Продолжительность периода, суток			
сорт	норма высева семян, млн. шт./га	посев - полные всходы	полные всходы - цветение	цветение – созревание	посев – созревание
Краснокутский 36	0,6	15	34	50	84
	0,8	15	34	50	84
	1,0	15	33	49	82
Золотой юбилей	0,6	15	33	48	81
	0,8	15	33	48	81
	1,0	15	32	47	79
Вектор	0,6	15	32	47	79
	0,8	15	32	47	79
	1,0	15	31	46	77

Приложение 16 – Влияние нормы высева на биометрические показатели у изучаемых сортов нута
в условиях 2013 года

Варианты опыта		Высота растений к уборке, см	Высота прикрепления нижнего боба, см	Площадь листьев в начале формирования бобов, тыс. м ² /га	Сухая надземная биомасса, т/га
сорт	норма высева семян, млн. шт./га				
Краснокутский 36	0,5	31,4	21,9	15,6	2,56
	0,6	30,7	21,7	18,0	2,77
	0,7	30,0	21,7	20,3	3,04
	0,8	30,2	21,6	22,0	3,34
	0,9	29,5	21,5	22,1	3,21
	1,0	29,1	21,6	21,7	2,99
Золотой юбилей	0,5	28,5	21,8	16,7	2,61
	0,6	28,3	21,8	20,5	3,01
	0,7	27,4	21,7	23,2	3,27
	0,8	26,5	21,0	24,0	3,41
	0,9	27,3	20,9	24,0	3,09
	1,0	26,9	21,5	22,7	2,77
Вектор	0,5	26,9	21,0	19,0	2,35
	0,6	26,8	19,8	22,1	2,86
	0,7	26,9	21,5	23,1	2,81
	0,8	27,0	21,4	23,8	2,71
	0,9	26,5	21,0	22,8	2,57
	1,0	25,8	20,5	22,2	2,41

Приложение 17 – Влияние нормы высева на биометрические показатели у изучаемых сортов нута
в условиях 2014 года

Варианты опыта		Высота растений к уборке, см	Высота прикрепления нижнего боба, см	Площадь листьев в начале формирования бобов, тыс. м ² /га	Сухая надземная биомасса, т/га
сорт	норма высева семян, млн. шт./га				
Краснокутский 36	0,5	38,6	21,8	18,9	3,62
	0,6	37,5	22,0	21,8	3,94
	0,7	37,0	21,8	24,8	4,29
	0,8	36,0	21,6	26,8	4,45
	0,9	35,5	21,7	26,6	4,52
	1,0	35,2	21,5	26,2	4,23
Золотой юбилей	0,5	37,8	22,1	20,5	3,60
	0,6	37,5	21,9	24,9	4,25
	0,7	37,0	21,6	27,9	4,53
	0,8	36,5	21,5	29,2	4,65
	0,9	36,3	21,8	29,0	4,33
	1,0	34,0	21,5	27,3	3,95
Вектор	0,5	36,3	22,8	23,5	3,33
	0,6	36,1	24,0	27,0	4,14
	0,7	36,0	22,0	28,0	4,20
	0,8	34,8	21,9	28,5	3,82
	0,9	34,7	21,5	27,8	3,64
	1,0	34,5	22,0	26,9	3,57

Приложение 18 – Влияние нормы высева на биометрические показатели у изучаемых сортов нута
в условиях 2015 года

Варианты опыта		Высота растений к уборке, см	Высота прикрепления нижнего боба, см	Площадь листьев в начале формирования бобов, тыс. м ² /га	Сухая надземная биомасса, т/га
сорт	норма высева семян, млн. шт./га				
Краснокутский 36	0,5	31,9	21,8	13,0	2,03
	0,6	31,4	21,8	14,8	2,17
	0,7	31,0	21,6	16,4	2,57
	0,8	31,1	21,6	18,1	2,78
	0,9	30,7	21,4	17,8	2,75
	1,0	30,2	21,2	17,5	2,55
Золотой юбилей	0,5	29,6	21,7	14,0	2,21
	0,6	29,3	21,9	16,8	2,58
	0,7	29,8	22,1	19,0	2,67
	0,8	30,3	22,3	19,6	2,72
	0,9	28,5	21,8	19,7	2,62
	1,0	29,8	21,4	18,9	2,36
Вектор	0,5	26,2	21,0	15,3	2,00
	0,6	26,3	19,8	18,6	2,47
	0,7	26,5	21,1	18,9	2,43
	0,8	27,6	21,4	19,0	2,28
	0,9	27,3	21,4	18,2	2,19
	1,0	27,3	20,5	18,3	2,08

Приложение 19 – Влияние нормы высева на элементы продуктивности у изучаемых сортов нута в условиях 2013 года

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	9,7	9,7	2,20	228,1
	0,6	9,0	8,9	2,01	226,9
	0,7	8,1	8,0	1,75	226,0
	0,8	7,7	7,5	1,63	224,7
	0,9	6,8	6,7	1,51	223,5
	1,0	4,9	4,8	1,07	223,0
Золотой юбилей	0,5	10,0	10,0	2,30	236,9
	0,6	9,0	8,8	2,06	235,3
	0,7	8,6	8,6	1,99	234,0
	0,8	8,0	7,6	1,54	232,5
	0,9	6,0	5,4	1,31	232,6
	1,0	4,0	3,6	0,80	232,5
Вектор	0,5	9,4	8,7	2,24	258,0
	0,6	8,8	8,0	2,02	252,5
	0,7	7,3	6,6	1,60	251,0
	0,8	7,0	6,0	1,49	247,8
	0,9	4,9	4,4	1,05	244,9
	1,0	3,5	3,2	0,78	242,3

Приложение 20 – Влияние нормы высева на элементы продуктивности у изучаемых сортов нута
в условиях 2014 года

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				
Краснокут- ский 36	0,5	19,5	20,0	4,60	230,0
	0,6	17,9	18,6	4,24	227,6
	0,7	16,1	16,5	3,67	226,8
	0,8	15,3	15,7	3,60	225,4
	0,9	13,7	13,9	3,15	224,7
	1,0	9,8	9,8	2,22	223,9
Золотой юбилей	0,5	20,4	21,5	5,21	242,1
	0,6	18,5	19,5	4,66	238,8
	0,7	18,2	19,0	4,48	235,9
	0,8	12,8	13,8	2,85	232,5
	0,9	10,1	10,2	2,36	231,0
	1,0	8,0	8,0	1,84	230,0
Вектор	0,5	18,7	18,0	4,88	260,2
	0,6	18,0	17,5	4,55	253,0
	0,7	14,5	14,0	3,56	253,6
	0,8	11,3	10,3	2,57	250,5
	0,9	9,8	9,0	2,24	249,8
	1,0	7,3	7,3	1,80	247,8

Приложение 21 – Влияние нормы высева на элементы продуктивности у изучаемых сортов нута
в условиях 2015 года

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				
Краснокут- ский 36	0,5	7,4	7,1	1,66	228,9
	0,6	6,7	6,0	1,37	227,8
	0,7	6,1	5,8	1,28	225,9
	0,8	5,7	5,5	1,16	223,9
	0,9	4,6	4,5	1,01	224,2
	1,0	3,6	3,4	0,73	224,1
Золотой Юбилей	0,5	8,1	7,0	1,75	244,5
	0,6	7,3	6,5	1,57	241,3
	0,7	7,0	6,3	1,40	235,8
	0,8	5,3	5,0	1,04	230,8
	0,9	4,5	4,3	0,95	230,4
	1,0	3,7	3,4	0,80	229,3
Вектор	0,5	7,1	6,8	1,73	256,1
	0,6	6,0	5,8	1,50	259,5
	0,7	5,2	4,5	1,17	253,4
	0,8	4,3	3,5	0,91	254,0
	0,9	3,6	3,3	0,85	250,8
	1,0	3,0	2,8	0,68	248,0

Приложение 22 – Динамика питательных элементов в почве на вариантах применения ризоторфина и минеральных удобрений в посевах нута в условиях 2013 года, мг/кг в пахотном горизонте

Варианты применения удобрений	Нитратный азот				Подвижный фосфор			
	всходы	бутонизация	цветение	созревание	всходы	бутонизация	цветение	созревание
Контроль – без удобрений	12,5	12,3	11,2	8,6	17,9	17,5	16,6	15,5
Обработка семян ризоторфином	12,2	12,8	11,9	8,8	18,0	17,4	16,4	15,2
P ₃₀	12,6	12,7	11,5	8,4	21,8	21,4	20,7	19,3
P ₃₀ + обработка семян ризоторфином	12,5	12,8	11,9	8,9	21,9	21,1	20,4	18,8
N ₂₀ P ₃₀	15,6	16,4	15,5	12,1	21,8	21,3	20,1	18,3
N ₂₀ P ₃₀ + обработка семян ризоторфином	15,8	16,3	16,1	12,6	22,0	21,6	20,0	18,5
P ₄₅	12,5	12,3	11,4	8,2	23,4	23,1	21,1	18,8
P ₄₅ + обработка семян ризоторфином	12,9	13,1	12,0	8,5	23,7	23,2	21,7	19,2
N ₃₀ P ₄₅	17,4	17,1	15,8	11,0	23,3	22,4	20,8	19,0
N ₃₀ P ₄₅ + обработка семян ризоторфином	16,9	17,2	15,4	11,3	23,9	23,0	20,9	18,8

Приложение 23 – Динамика питательных элементов в почве на вариантах применения ризоторфина и минеральных удобрений в посевах нута в условиях 2014 года, мг/кг в пахотном горизонте

Варианты применения удобрений	Нитратный азот				Подвижный фосфор			
	всходы	бутонизация	цветение	созревание	всходы	бутонизация	цветение	созревание
Контроль – без удобрений	9,7	9,5	8,8	6,7	13,8	13,5	12,4	11,2
Обработка семян ризоторфином	9,6	9,9	9,4	7,2	14,2	13,7	12,3	11,3
P ₃₀	9,9	9,8	9,4	6,6	17,1	16,8	15,7	13,8
P ₃₀ + обработка семян ризоторфином	10,0	10,2	9,6	7,0	17,0	17,6	15,6	13,7
N ₂₀ P ₃₀	12,5	12,9	12,1	9,5	17,1	16,9	15,2	13,4
N ₂₀ P ₃₀ + обработка семян ризоторфином	12,4	12,8	12,4	9,8	17,7	17,0	15,1	13,5
P ₄₅	9,8	9,6	9,0	6,4	18,4	18,3	16,2	14,1
P ₄₅ + обработка семян ризоторфином	10,1	10,3	9,8	7,2	18,5	18,1	16,0	14,3
N ₃₀ P ₄₅	13,7	13,5	11,8	8,7	18,3	17,6	15,7	13,9
N ₃₀ P ₄₅ + обработка семян ризоторфином	13,8	13,3	12,1	8,8	18,7	18,2	15,5	13,7

Приложение 24 – Динамика питательных элементов в почве на вариантах применения ризоторфина и минеральных удобрений в посевах нута в условиях 2015 года, мг/кг в пахотном горизонте

Варианты применения удобрений	Нитратный азот				Подвижный фосфор			
	всходы	бутонизация	цветение	созревание	всходы	бутонизация	цветение	созревание
Контроль – без удобрений	14,5	14,3	12,9	9,9	20,8	20,6	19,8	18,8
Обработка семян ризоторфином	14,3	15,0	13,9	9,9	20,7	20,3	19,3	18,0
P ₃₀	15,0	14,8	13,6	9,7	25,2	24,8	24,4	22,8
P ₃₀ + обработка семян ризоторфином	14,8	15,5	13,9	10,1	25,6	25,3	24,1	22,7
N ₂₀ P ₃₀	17,8	18,9	18,0	14,1	25,0	24,6	23,8	22,4
N ₂₀ P ₃₀ + обработка семян ризоторфином	18,4	19,0	18,4	14,8	25,2	25,0	23,8	22,5
P ₄₅	14,6	14,5	13,5	9,4	26,9	26,1	24,8	23,5
P ₄₅ + обработка семян ризоторфином	14,9	15,3	14,0	9,9	26,5	26,7	25,3	23,9
N ₃₀ P ₄₅	20,1	29,8	17,5	12,7	26,8	26,0	24,8	23,3
N ₃₀ P ₄₅ + обработка семян ризоторфином	20,3	19,7	17,8	12,9	27,5	27,2	25,2	23,1

Приложение 25 – Фотосинтетическая деятельность нута в зависимости от применения ризоторфина и минеральных удобрений в условиях 2013 года

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	20,7	807	3,08	3,81
Обработка семян ризоторфином	23,2	905	3,53	3,90
P ₃₀	24,3	948	3,78	3,98
P ₃₀ + обработка семян ризоторфином	25,4	990	3,87	3,91
N ₂₀ P ₃₀	25,6	1011	4,16	4,11
N ₂₀ P ₃₀ + обработка семян ризоторфином	26,3	1038	4,40	4,24
P ₄₅	25,4	1003	3,89	3,88
P ₄₅ + обработка семян ризоторфином	25,6	1011	4,03	3,98
N ₃₀ P ₄₅	27,7	1122	4,12	3,67
N ₃₀ P ₄₅ + обработка семян ризоторфином	28,7	1162	4,23	3,64

Приложение 26 – Фотосинтетическая деятельность нута в зависимости от применения ризоторфина и минеральных удобрений в условиях 2014 года

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	26,8	1152	3,97	3,44
Обработка семян ризоторфином	29,9	1286	4,59	3,57
P ₃₀	31,1	1337	4,83	3,61
P ₃₀ + обработка семян ризоторфином	32,8	1410	5,16	3,66
N ₂₀ P ₃₀	33,5	1457	5,37	3,69
N ₂₀ P ₃₀ + обработка семян ризоторфином	34,0	1479	5,83	3,94
P ₄₅	32,4	1410	5,05	3,58
P ₄₅ + обработка семян ризоторфином	33,7	1466	5,26	3,59
N ₃₀ P ₄₅	35,7	1588	5,45	3,43
N ₃₀ P ₄₅ + обработка семян ризоторфином	36,7	1633	5,61	3,44

Приложение 27 – Фотосинтетическая деятельность нута в зависимости от применения ризоторфина и минеральных удобрений в условиях 2015 года

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	17,3	700	2,57	3,67
Обработка семян ризоторфином	19,4	786	2,98	3,79
P ₃₀	20,4	826	3,14	3,80
P ₃₀ + обработка семян ризоторфином	21,2	858	3,35	3,90
N ₂₀ P ₃₀	21,8	894	3,46	3,87
N ₂₀ P ₃₀ + обработка семян ризоторфином	21,8	894	3,73	4,17
P ₄₅	20,7	848	3,20	3,77
P ₄₅ + обработка семян ризоторфином	21,5	881	3,32	3,77
N ₃₀ P ₄₅	23,0	966	3,48	3,60
N ₃₀ P ₄₅ + обработка семян ризоторфином	23,4	983	3,59	3,65