

Семенов Артем Сергеевич

**ПРИЕМЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НУТА
В СИСТЕМЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ
АГРОТЕХНОЛОГИЙ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук**

Саратов-2018

Работа выполнена в Волгоградском филиале федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова»

Научный руководитель: Академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор **Бородычев Виктор Владимирович**

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

Шьюрова Наталья Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова», заведующая кафедрой «Растениеводство, селекция и генетика»

Ведущая организация: ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт аридного земледелия»

Защита состоится «25» июня 2018 года в 15 часов на заседании диссертационного совета Д 220.061.05, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова» по адресу: 410012, г. Саратов, Театральная площадь, д. 1. e-mail: dissovet01@sgau.ru.

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

Автореферат разослан « ____ » _____ 2018 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Нарушев Виктор Бисенгалиевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Нут является одной из привлекательнейших культур сельскохозяйственного производства Нижневолжского региона, поскольку выгодно сочетает в себе такие ключевые качества, как востребованность, высокую агроэкологическую адаптивность к жестким условиям засушливого континентального климата и высокий приоритет в качестве предшественника биологизированных севооборотов. Востребованность его определяется широкой сферой применения, как в питании людей, так и в кормлении животных. Семена нута содержат более 20 % сбалансированного по аминокислотному составу белка, около 10 % высокоценных пищевых волокон, богатых витамином РР, калием и кальцием, содержание которых составляет, соответственно 16,7 %, 38,7 % и 19,3 % от суточной нормы потребления человека.

По занятым площадям пашни культура нута стоит на третьем месте среди бобовых в мире. Общая, занимаемая посевами нута площадь в мире сегодня превышает 12,5 млн./га, а в России его успешно выращивают в Средне – и Нижневолжском регионах, на Северном Кавказе, на Урале и в Западной Сибири. Однако общие площади посева нута в России едва превышают 400 тыс. га, что несопоставимо с потенциальными ресурсами роста производства этой высокоценной культуры только в указанных регионах.

Потенциальная урожайность нута, полученная в лучшие по метеорологическим условиям годы, на государственных сортоучастках достигает 3-3,4 т/га, тогда как в производственных условиях Нижневолжского региона хорошими урожаями считаются сборы нутового зерна в пределах 1,0-1,2 т/га. Решение задачи сокращения этого разрыва связано с необходимостью разработки новой системы агроприемов, отвечающих требованиям современных энергосберегающих агротехнологий: влагонакопления и влагосбережения, как основного фактора стабилизации производства растениеводческой продукции в условиях засухи; ресурсосбережения, понимаемого как рациональное использование всех задействуемых видов ресурсов; снижения антропогенной нагрузки и биологизации производства. Необходимость решения указанного круга вопросов определяет актуальность выбранной темы исследования.

Степень разработанности темы исследования. Изучению закономерностей роста, продукционного процесса и разработке эффективных агроприемов возделывания нута посвящены работы многих отечественных и зарубежных исследователей, которые однозначно характеризуют эту культуру как одну из наиболее перспективных культур богарного севооборота. Исследованиями В.В. Балашова, А.В. Балашова (2016), Л.П. Шевцовой, Н.А. Шьюровой (2017), К.И. Пимонова (2008, 2012), Е.П. Денисова (2017), Н.Н. Дубенка (2007), Г.А. Медведева, А.М. Хабарова (2010) установлено, что благодаря активному симбиозу с азотофиксирующими бактериями в качестве предшественника нут не уступает орошаемым культурам сои и гороха. Н.И Германцева (2014), В.В. Бородычев, Т.В. Подольская, С.Б. Адьяев (2008), О.В. Столяров (2003), А.Г. Ванифатьев (1981), И.В. Сеферова (2001), В.В. Зубков, Е.В. Зуев (2011), А.В. Нечаев (2005), В.Н. Павленко (2016) и многие другие учетные обоснованно позиционируют культуру нута в ряду наиболее засу-

хоустойчивых культур мира. Указывается, что вода в клетках нута имеет более высокий осмотический потенциал в сравнении с соей, фасолью, горошком и другими зернобобовыми культурами за исключением чины. Высокий осмос в клетках нута способствует снижению транспирации и увеличивает полноту использования почвенной влаги. В тоже время исследования Я.М. Бодягина (2003), С.О. Лавренко, В.Н. Иванец (2014), Л.С. Силохиной, И.С. Алексейко (2009) показали высокую эффективность орошения нута. Указывается, что своевременное создание запасов продуктивной почвенной влаги активизирует рост, фотосинтез, увеличивает число сформировавшихся бобов на растении. Поэтому разработка и внедрение агроприемов, направленных на создание стабильных, высоких запасов почвенной влаги и рациональное ее использование в сочетании с улучшением агрофизического состояния почвы и оптимизацией архитектоники посева, видится актуальным продолжением исследований в рамках выбранной темы.

Цель исследований – повышение эффективности возделывания нута за счет разработки агротехнических приемов, обеспечивающих в засушливых условиях Нижневолжского региона гарантированное получение урожайности высококачественных семян не ниже 2,0 т/га при соблюдении принципов ресурсосбережения и рационального природопользования

Задачи исследований в рамках выбранной тематики и в соответствии с поставленной целью сводятся к следующему:

- провести анализ современного уровня разработанности направления исследований с обоснованием перспективных путей совершенствования технологии возделывания нута в условиях острого дефицита естественной влагообеспеченности, обоснованием рабочей гипотезы и программы исследований;

- установить закономерности послойного распределения запасов общей и продуктивной влаги, и формирования водного режима почвы при разных способах обработки почвы под нут;

- изучить закономерности суммарного водопотребления нута и эффективность использования естественных ресурсов влаги при использовании влагосберегающих агроприемов;

- оценить динамику агрофизических свойств почвы в зависимости от сочетания изучаемых агроприемов;

- установить закономерности роста, развития и фотосинтетической активности посевов при разных сочетаниях изучаемых агроприемов;

- обосновать эффективные сочетания агроприемов возделывания нута с использованием показателей зерновой продуктивности посевов и экономической эффективности производства.

Научная новизна. Исследованиями впервые предложена концепция локализации энергоемких приемов возделывания сельскохозяйственных культур, реализуемой на основе геопозиционной синхронизации разновременных агротехнических приемов, проводимых в рамках реализации агротехнологического цикла. В рамках реализуемой концепции изучены закономерности влагонакопления и использования почвенной влаги посевами нута, закономерности изменения агрофизических свойств почвы под влиянием изучаемых агроприемов,

закономерности фотосинтетической деятельности и формирования урожая нута при оптимизации архитектоники посева.

Теоретическая и практическая значимость работы. Установлены закономерности послойного формирования запасов общей и продуктивной почвенной влаги в зависимости от способа обработки почвы, проведена количественная оценка влагосберегающего эффекта полосового мульчирования почвы, установлены закономерности изменения агрофизических свойств почвы и продукционного процесса нута в зависимости от сочетания изучаемых агроприемов.

Практическая значимость работы определяется возможностями повышения урожайности посевов нута и обеспечения гарантированного производства нуттового зерна на уровне 2,0 т/га в сложных почвенно-климатических условиях Нижневолжского региона. Исследованиями разработаны и научно обоснованы эффективные сочетания инновационных агроприемов возделывания нута для достижения указанных целевых показателей.

Результаты исследований были внедрены в ООО «Гнилоаксайское ХПП» на площади 50 га. Средняя урожайность производственных посевов составила 1,93 т/га, а экономический эффект от внедрения инновационных агроприемов с площади 50 га составил 1435 тыс. руб.

Объект и предмет исследований. Объект исследований – посевы нута на каштановых почвах Нижнего Поволжья. Предмет исследований – совокупность агроприемов, составляющих технологию возделывания нута на каштановых почвах Нижнего Поволжья.

Методология и методы исследований. При разработке системы инновационных агроприемов возделывания нута ориентировались на возможности неиспользуемого потенциала современных агротехнологий, почвенно-климатические особенности региона исследований и агробиологический потенциал культуры. Методологической основой исследований стал метод факторного полевого эксперимента. Разработка программы исследований, изучение агрофизических свойств почвы, влагонакопления и водопотребления, биометрические учеты и определение продуктивности посевов проводили в соответствии с требованиями общепринятых методик (Б.А. Доспехов (1985), Г.Ф. Лакин (1990), Б.Д. Кирюшин (2004), И. Д. Соколов (2016) и др.). Анализ полученных в опыте данных проводили с использованием методов корреляционного, дисперсионного и регрессионного анализа.

Положения, выносимые на защиту:

– закономерности послойного распределения запасов общей и продуктивной влаги, и формирования водного режима почвы при разных способах обработки почвы в посевах нута;

– динамика агрофизических свойств и формирования водного режима почвы в зависимости от способа обработки и применения влагосберегающих агроприемов;

– закономерности фотосинтетической деятельности и продуктивность посевов нута в зависимости сочетания изучаемых агроприемов.

Достоверность результатов исследований. Полученные опытные данные согласуются с общими представлениями в данной области сельскохозяйственной науки, не противоречат биологии культуры и законам земледелия. Достоверность результатов подтверждается удачным выбором мест проведения исследований, проведением опытов в годы с типичным для климата региона агрометеорологическим фоном, использованием общепринятых частных методик.

Апробация работы. Результаты исследований и основные положения диссертационной работы докладывались на национальной научно-практической конференции «Экологические аспекты использования земель в современных формациях» (Волгоград: ВолГАУ, 2017 г), международных научно-практических конференциях «Роль мелиорации земель в реализации государственной научно-технической политики в интересах устойчивого развития сельского хозяйства» (Волгоград: ВНИИОЗ, 2017 г), «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования» (с. Соленое Займище: ВНИИАЗ, 2018 г), а также на ежегодных конференциях профессорско-преподавательского состава Волгоградского ГАУ (Волгоград, 2016-2018 гг.).

Публикации. По материалам исследований опубликовано 7 научных работ, из которых 4 – в ведущих рецензируемых журналах из списка, рекомендованного ВАК РФ. Общий объем публикаций составил 3,95 п.л., в том числе автора – 2,85 п.л.

Структура и объем работы. Содержание диссертационной работы включает введение, 5 глав основного текста исследования, заключение, список литературы и приложения. Общий объем работы – 210 страниц, включая 32 таблицы, 28 рисунков и 31 приложение. Объем основного текста диссертации – 137 страниц. Список литературы включает 173 использованных наименований, из которых 6 – иностранных авторов.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении представлены краткие сведения об актуальности и степени разработанности темы исследований, обозначены цель и задачи, основные положения исследований.

В первой главе на основании изучения опубликованных литературных источников дан подробный анализ степени разработанности темы исследования, выявлены перспективные, слабо проработанные научные направления, дано обоснование вопросов исследований.

В.В. Балашов, А.В. Балашов, Л.П. Шевцова, Н.А. Шьюрова, В.В. Бородычев, К.И. Пимонов, Е.П. Денисов, Г.А. Медведев, Н.И. Германцева, Т.В. Подольская, С.Б. Адьяев, О.В. Столяров, И.В. Сефероваи другие ученые сходятся во мнении, что нут имеет выраженный ксерофитный тип строения, с хорошо развитой, осваивающей самые глубокие почвенные горизонты, корневой системой, высоким осмосом клеточного сока и покрытыми волосками органами растения. В совокупности это обуславливает исключительную засухоустойчивость и жаростойкость нута, его приспособленность к агроклиматическим условиям засуш-

ливого региона Нижней Волги. Наряду с этим исследованиями С.О. Лавренко, Л.С. Силохиной, И.С. Алексейко, Я.М. Бодягина, В.Н. Иванец, Л.С. Садыбекова, Р.Х. Карипова, Н.И. Кашеварова, Я.Т. Суюндукова, З.У. Умарова, З.К. Юлдашева в засушливых агроклиматических районах отмечена эффективность своевременного пополнения запасов почвенной влаги, которое обеспечивает почти двукратное увеличение урожайности и свидетельствует о высокой пластичности нута в плане формирования урожая и отзывчивость на улучшение влагообеспеченности. Преимущественная роль в восполнении потребности нута в воде отводится запасам почвенной влаги, так как несвоевременные и обильные атмосферные осадки, а также вегетационные поливы могут стать причиной существенного снижения продуктивности посевов. В связи с этим, совершенствование агротехнологии возделывания нута за счет разработки и освоения приемов, направленных на активизацию процессов влагонакопления и влагосбережения, создания благоприятных агрофизических условий в корнеобитаемом слое почвы, являются актуальными вопросами современной сельскохозяйственной практики и приоритетными задачами исследований.

Во второй главе представлена программа исследований, рассматриваются вопросы методики исследований, дан анализ почвенно-климатических и агрометеорологических условий в годы проведения эксперимента, обозначены основные элементы агротехники культуры в опытах.

Рабочей гипотезой исследований стало предположение о возможности повышения эффективности возделывания нута за счет разработки и внедрения агротехнических приемов с элементами технологии Strip-Till. В качестве другого, перспективного направления совершенствования современных агротехнологий предлагается использовать современные технические возможности геопозиционной синхронизации разновременных агротехнических приемов, проводимых в рамках реализации агротехнологического цикла.

Программа исследований предусматривала проведение полевого эксперимента по трехфакторной схеме. В рамках фактора А (система обработки почвы) к изучению были поставлены два варианта: А1 - зональная система основной и предпосевной обработки почвы под нут, включающая обработку поверхности поля дисковыми луцильниками непосредственно после уборки предшествующей культуры, отвальную зяблевую вспашку, покровное боронование и предпосевную культивацию, и А2, - предлагаемая система основной и предпосевной обработки почвы под нут, включающая обработку поверхности поля дисковыми луцильниками непосредственно после уборки предшествующей культуры, дискование и глубокое полосное рыхление на глубину 0,4 м, покровное боронование и предпосевное фрезерование в зоне размещения полос глубокого рыхления. Полосовое глубокое рыхление почвы проводилось серийным глубокорыхлителем КРЕТ В5, для фрезерования использовали легкую тракторную фрезу ФЛ-100.

Особенностью предлагаемой технологии стало проведение глубокого полосного рыхления почвы исключительно в зоне последующего сева нута. В этой связи, в рамках фактора В полевого опыта (способы посева) к изучению были

поставлены следующие варианты: В1 – посев нута с шириной междурядий 0,45 м (контроль), В2 – ленточный двустрочный посев нута по схеме 0,30×0,45 м, В3 – тоже, но со схемой посева 0,30×0,6 м и В4 – тоже, но со схемой посева 0,30×0,75 м. В рамках фактора С проводилась оценка эффективности влагоберегающего приема мульчирования почвы в его полосовой модификации: С1 – посевы нута без мульчирования почвы и С2 – создание мульчирующего слоя в границах зоны размещения растений (посевной полосы). Полосовое мульчирование почвы осуществляли с использованием соломенной резки.

Опыты проводили в производственном подразделении ООО «Заря» Жирновского района Волгоградской области в посевах нута с. Приво 1. Почвенные и метеорологические условия были типичны для региона исследований. Почва опытного участка среднесуглинистая, с содержанием гумуса в пахотном слое 1,91-2,45 %. Содержание легкогидролизуемого азота (29,2-35,7 мг/кг) и подвижного фосфора (21,7-22,4 мг/кг) низкое, калия (131-194 мг/кг), - высокое. Влагоудерживающая способность почвы характеризуется 25,7-26,9 %. Обеспеченность поступления атмосферных осадков в объеме 105 мм, что фактически наблюдалось в 2015 году, составляет 61 %. Это характеризует год как среднезасушливый относительно региональной климатической нормы. В тоже время в 2016 и 2017 годах атмосферных осадков поступило существенно больше климатической нормы: обеспеченность, соответственно, составила 40 и 30 %.

Основные и сопутствующие наблюдения, определения и исследования проводили в соответствии с требованиями общепринятых и стандартизированных методик: почвенные пробы отбирали с учетом требований ГОСТ 28168-89, плотность сложения, - по ГОСТ 12536-79, гранулометрический состав определяли с использованием сит и методом пипетки (ГОСТ 12536-79), наименьшую влагоемкость, - в полевых условиях (методом заливаемых площадок), содержание влаги в почве, - по ГОСТ 28268-89, гумус – по Тюрину (ГОСТ 26213-84), фенологические, биометрические исследования и учет урожая, - с использованием методики полевого опыта (Б.А. Доспехов, 1985 г) методики биометрических исследований (Г.Ф. Лакин, 1990 г), методики государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989 г) и др.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В третьей главе приведены результаты исследований по динамике водных и физических свойств почвы, накоплению и использованию почвенной влаги, эффективности использования ресурсов естественного влагообеспечения на формирование урожая нута.

Опытные данные подтверждают, что при использовании зональной системы обработки почвы на основе отвальной вспашки плотность сложения уже в ближайших, подпахотных горизонтах достигает 1,29-1,32 т/м³, а в более глубоких слоях достигает 1,35-1,38 т/м³ (рисунок 1).

Использование полосного глубокого рыхления почвы позволяет снизить плотность сложения подпахотных горизонтов на 0,04-0,06 т/м³ и обеспечивает

ее сохранение на уровне 1,22-1,26 т/м³ в течение вегетационного периода. При этом отмечено и увеличение водоудерживающей способности почвы подпахотных горизонтов, в среднем, на 0,7-1,1 %.

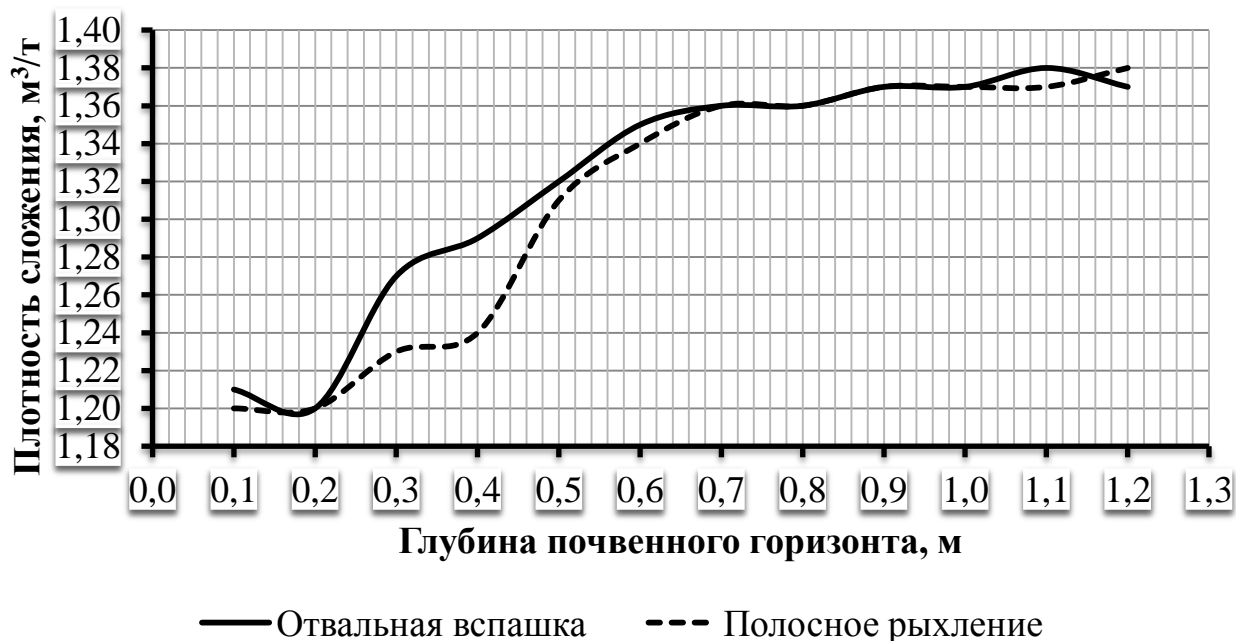


Рисунок 1 – Плотность сложения почвенных слоев при разных способах основной обработки (на дату посева нута, по средним данным за 2015-2017 гг.)

Осреднение полученных в годы исследований данных позволяет представить типичную картину распределения почвенной влаги в пахотных каштановых почвах Нижнего Поволжья (рисунок 2). При проведении отвальной вспашки наибольшие влагозапасы во все годы исследований наблюдались в слое почвы глубже 1 м. Горизонт почвы с 0,4 по 0,8 м, в среднем, за годы исследований оказался наиболее иссушенным, содержание почвенной влаги соответствовало диапазону 83-85 % НВ и менее. В пахотном слое, преимущественно, благодаря атмосферным осадкам ранневесеннего периода влаги содержалось больше, влажность почвы варьировалась от 87 до 89 % НВ. В тоже время из рисунка видно, по крайней мере, два участка, где влажность почвы в подпахотном горизонте не снижается, а возрастает. Локальные понижения, а также местные нарушения «плужной подошвы», случайного характера, определяют местный сброс воды с инфильтрацией в нижележащие горизонты почвы. К сожалению, эти участки с повышенными запасами почвенной влаги располагаются случайным образом и не связаны с формулой формирования посевных лент (рядков) нута.

Использование полосного глубокого рыхления почвы позволяет создавать гребнистый профиль с системным разрушением плужной подошвы (рисунок 3). Применение полосной обработки почвы под зябь на глубину до 0,4 м оказывало существенное влияние на распределение влаги по почвенным горизонтам (таблица 1).

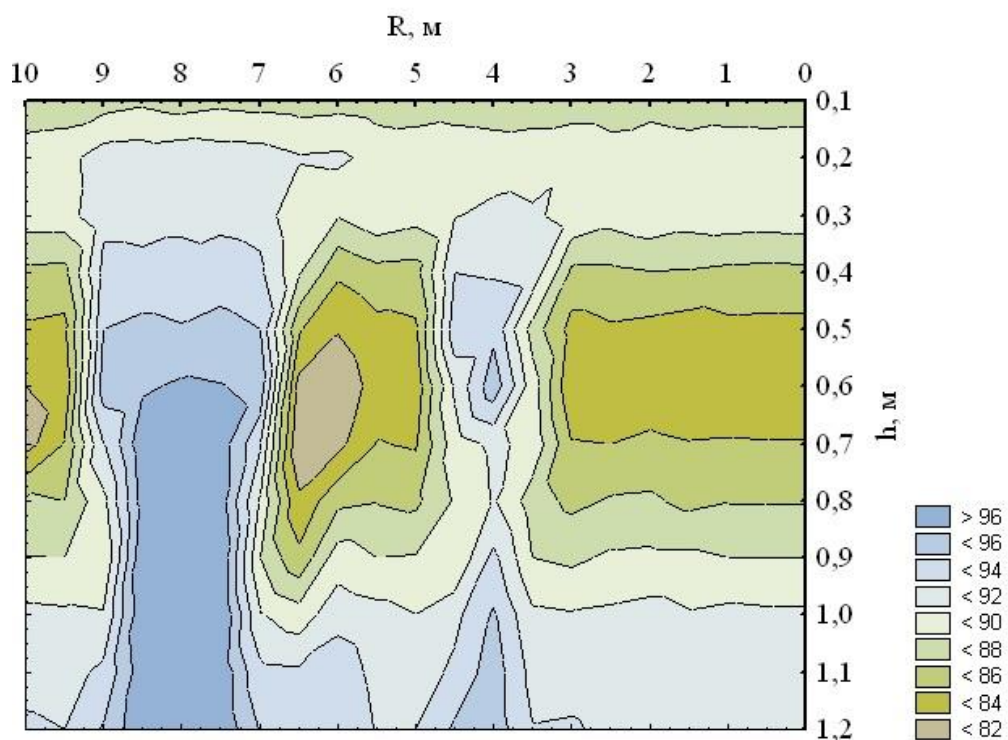


Рисунок 2 – Результаты послойного анализа влажности почвы перед посевом нута при обработке почвы по зональной технологии (R=10 м, по средним данным за 2015-2017 гг.)

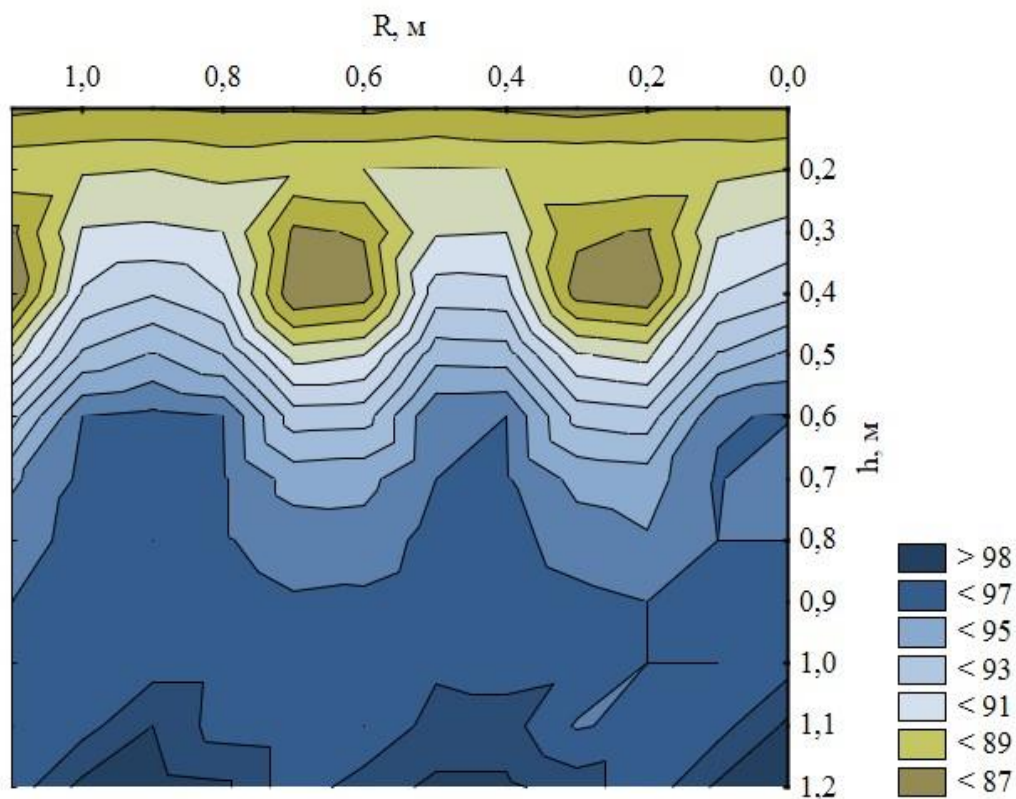


Рисунок 3 – Результаты послойного анализа влажности почвы перед посевом нута при обработке почвы по предлагаемой системе (вариант А2В1, R=1,1 м, по средним данным за 2015-2017 гг.)

Таблица 1 – Формирование почвенных влагозапасов при разных способах механической обработки (среднее за 2015-2017 гг.)

Вариант опыта	Запасы почвенной влаги, м ³ /га					
	всего в слое, м					продуктивной влаги, м ³ /га
	0-0,3	0,3-0,6	0,6-0,9	0,9-1,2	0-1,2	
A1B(1-4): отвальная вспашка	885	830	834	857	3408	1218
A2B1: полосное рыхление через 0,45 м	882	910	930	912	3637	1447
A2B2: полосное рыхление через 0,75 м	882	919	945	922	3671	1481
A2B3: полосное рыхление через 0,9 м	878	915	942	922	3661	1471
A2B4: полосное рыхление через 1,05 м	870	893	928	917	3612	1422

И если в пахотном слое запасы влаги, в среднем, оставались на том же уровне, что при традиционной пахоте (отвальной вспашке), - 882 м³/га, то в нижележащих горизонтах содержание почвенной влаги возрастало до 910 м³/га в слое 0,3-0,6 м, 930 м³/га – в слое 0,6-0,9 м и 912 м³/га, - в слое 0,9-1,2 м. Общие запасы влаги в слое 0-1,2 м возросли до 3637 м³/га, продуктивной влаги, - до 1447 м³/га, что на 229 м³/га или 18,8 % больше, чем при использовании отвальной вспашки.

К началу фазы цветения влажность почвы на участках с предложенной системой обработки была, в среднем, на 4,1-6,9 % НВ больше, чем содержание почвенной влаги на участках, где применяли зональную систему обработки. К началу фазы массового налива бобов этих расхождений сокращались до 2,0-4,3 % НВ, а к моменту полного созревания бобов, - не превышали 1,2-2,9 % НВ.

Суммарное водопотребление нута, в среднем, изменялось от 2550 м³/га до 2960 м³/га, формируясь, в большей части, за счет использования накопленных почвенных влагозапасов (таблица 2).

Применение полосового варианта влагосберегающего приема мульчирования поверхности почвы в зоне размещения посевных лент (рядов) на 9,4-21,7% снижало водопотребление нута в начальные фазы развития, сохраняя влагу для последующего развития нута. Расчеты показали, что применяемые агроприемы оказывают существенное влияние на эффективность использования доступных ресурсов влаги, коэффициент водопотребления нута изменялся от 1399 м³/т до 1875 м³/т или более, чем на 47 %. Улучшение условий водного питания в вариантах с предложенной системой обработки почвы в сочетании с применением влагосберегающих приемов при совокупной оптимизации способов посева оказались мощным ресурсом повышения эффективности использования климатически обеспеченных ресурсов влаги на формирование урожая нута.

Таблица 2 - Водопотребление и использование почвенной влаги при возделывании нута (среднее за 2015-2017 гг.)

Фактор А (система обработки почвы)	Фактор В (способ посева)	Фактор С (мульчирование почвы)	Суммарное водопотребление, м ³ /га						Использовано почвенной влаги, м ³ /га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
			Межфазный период					Всего		
			I	II	III	IV	V			
А1	широкорядный 0,45 м	-	230	320	800	870	380	2600	1445	1710
		+	180	290	830	910	410	2620	1437	1597
	ленточный 0,30×0,45 м	-	230	330	810	890	380	2640	1478	1614
		+	180	290	850	930	400	2650	1467	1545
	ленточный 0,30×0,60 м	-	230	320	810	890	380	2630	1468	1646
		+	180	290	840	920	400	2640	1454	1540
ленточный 0,30×0,75 м	-	230	320	800	840	370	2550	1413	1875	
	+	180	290	820	870	400	2560	1396	1773	
А2	широкорядный 0,45 м	-	230	320	840	930	420	2750	1567	1658
		+	180	300	870	990	430	2770	1584	1512
	ленточный 0,30×0,45 м	-	230	320	850	980	440	2820	1637	1569
		+	180	300	900	1060	440	2880	1653	1421
	ленточный 0,30×0,60 м	-	230	320	860	1000	440	2840	1657	1540
		+	180	300	910	1130	440	2960	1681	1399
ленточный 0,30×0,75 м	-	230	320	830	920	420	2720	1543	1584	
	+	180	290	890	990	420	2770	1584	1506	

I – «Посев-всходы» II «Всходы – начало ветвления» III «Ветвление – начало цветения», IV – «Цветение – начало налива бобов» V – «Налив бобов - полная спелость семян»

Наименьшие значения коэффициента водопотребления, 1399 м³/т, обеспечивались при проведении полосового рыхления через 0,9 м в сочетании с посевом нута ленточным способом по схеме 0,30×0,60 м и полосовым мульчированием поверхности в зоне посевных лент.

В четвертой главе приведены результаты оценки закономерностей развития и фотосинтетической деятельности нута под влиянием изучаемых агроприемов.

Улучшение агрофизических свойств почвы, создание и оптимальное перераспределение запасов почвенной влаги оказало существенное влияние на динамику продукционного процесса нута. Фенологические наблюдения показали увеличение продолжительности периодов «всходы – ветвление», «ветвление – цветение» и «цветение - налив бобов» у нута с переходом на предложенную систему обработки почвы (таблица 3). Продолжительность вегетационного периода при этом возрастала на 1-3 суток, и еще на сутки, - при создании мульчирующего слоя.

Таблица 3 – Рост и развития нута в зависимости от сочетания изучаемых агроприемов (среднее за 2015-2017 гг.)

Фактор А (система обработки почвы)	Фактор В (способ посева)	Фактор С (мульчирование почвы)					
			Вегетационный период, сут.	Максимальная площадь листьев, тыс. м ² /га	Фотосинтетический потенциал, тыс. м ² сут./га	Продуктивность фотосинтеза, г/м ² в сут.	Сухая биомасса посева, т/га
А1	широкорядный 0,45 м	-	86	23,9	1281	3,76	4,81
		+	87	24,9	1341	3,86	5,16
	ленточный 0,30×0,45 м	-	86	24,8	1345	3,81	5,12
		+	87	25,4	1391	3,91	5,42
	ленточный 0,30×0,60 м	-	86	24,5	1309	3,82	4,99
		+	87	25,4	1375	3,91	5,37
ленточный 0,30×0,75 м	-	85	22,3	1154	3,75	4,31	
	+	86	23,5	1215	3,76	4,55	
А2	широкорядный 0,45 м	-	87	25,2	1359	3,86	5,23
		+	88	26,4	1426	4,00	5,69
	ленточный 0,30×0,45 м	-	87	26,7	1451	3,92	5,67
		+	89	28,0	1545	4,08	6,30
	ленточный 0,30×0,60 м	-	87	27,7	1475	3,95	5,81
		+	90	28,8	1587	4,18	6,62
ленточный 0,30×0,75 м	-	86	25,9	1350	3,89	5,24	
	+	88	26,8	1431	4,00	5,71	

Различия в продолжительности вегетационного периода нута по вариантам способов посева наблюдались только на фоне обработок почвы по предлагаемому способу. Наибольшей продолжительностью вегетационного периода, до 90 сут., отличался вариант, где нут сеяли ленточным способом по схеме 0,30×0,60 м. Это, в среднем, на 2 суток больше, чем на контроле, тогда как на участках, где почву обрабатывали по зональной технологии способы посева на продолжительность прохождения фаз роста и развития нута влияния не оказывали.

Использование предложенной системы обработки почвы активизирует рост листьев (на 5,4-16,1 %) и накопление фотосинтетического потенциала посева (на 6,1-17,8 %). В зависимости от способа посева накопленные за вегетационный период значения фотосинтетического потенциала нута изменялись на 2,2-11,3 %. Отмечено, что при использовании зональной системы обработки почвы, значимое изменение фотосинтетического потенциала посева обеспечивается лишь с переходом на ленточный способ посева по схеме 0,30×0,75 м. Накопленный за вегетационный период фотосинтетический потенциал посева при этом сокращался на 126-127 тыс. м²сут./га, или 9,4-9,6 %. При использовании предложенного способа обработки почвы фотосинтетический потенциал нута существенно возрастал с переходом на ленточный способ посева по схеме 0,30×0,45 м или 0,30×0,60 м. В сравнении с контрольным вариантом, где нут высевали широкорядным способом через 0,45 м, использование предложенных способов посева обеспечили увеличение фотосинтетического потенциала, суммарно накопленного за вегетационный период, на 6,8-11,3 %. Мульчирование поверхности почвы в зоне рыхления и последующего высева нута сопровождалось увеличением фотосинтетического потенциала посева, однако в численном выражении прибавка не превышала 3,4-6,7 %.

Формирование наибольшей максимальной площади листьев, 28,8 тыс. м²/га, и фотосинтетического потенциала посева, 1587 тыс. м²сут./га, обеспечивалось на участках, где на фоне предложенной системы обработки почвы посев нута вели ленточным способом, по схеме 0,30×0,60 м, в сочетании с полосовым мульчированием поверхности в зоне последующего размещения растений. Этим же сочетанием факторов обеспечиваются и наибольшие, средневзвешенные за вегетационный период, значения чистой продуктивности фотосинтеза, 4,18 г/м² в сут. Наибольший положительный эффект от использования предложенных приемов отмечен в период «цветение-начало налива бобов», характеризующийся формированием наибольшего фотосинтетического потенциала.

Совокупное влияние изучаемых факторов на формирование органической массы посева характеризовалась диапазоном 2,31 т/га, что составляет 53,6 % от номинальных средних. Использование глубоких полосовых рыхлений почвы в зоне последующего размещения растений обеспечивало прибавку по массе накопленного органического вещества до 0,42-1,25 т/га в сравнении с вариантами, где почву обрабатывали в рамках зональной системы. Еще до 16,3 % прибавки в массе накопленного за вегетационный период органического вещества в опытах получено за счет оптимизации способа посева нута. Применение из-

вестного приема мульчирования почвы в полосовой модификации увеличивало массу, накопленного за вегетационный период, органического вещества, в среднем, на 0,24-0,81 т/га или 5,6-13,9 %. Наибольшая прибавка накопленной биомассы, 0,81 т/га или 13,9 %, за счет использования приема мульчирования, и наибольшая биомасса посева, 6,62 т/га, в опытах была получена на участках, где обработку почвы проводили по предложенному способу, а нут высевали в ленту, по схеме 0,30×0,60 м.

Пятая глава посвящена исследованию эффективности предлагаемых агроприемов по уровню формируемой урожайности и окупаемости затрат на производство нута.

Использование зональных агротехнологий при подготовке почвы, общепринятых схем посева нута, рекомендованной системы защиты растений и общего системного подхода выращивания культуры в севообороте позволяло получать в годы исследований 1,37-1,67 т/га товарного. В среднем за годы исследований урожайность нута составила 1,53 т/га (таблица 4). Мульчирование почвенного покрова соломой в зоне посева нута, как важный влагосберегающий агроприем предлагаемой агротехнологии, при использовании широкорядного (0,45 м) способа посева и зональной системы подготовки почвы обеспечивало прибавку урожайности нута, в среднем, на 0,12 т/га. Это статистически значимый уровень повышения продуктивности нутового поля, тем не менее, в долевого отношении он не превышал 7,8 % к урожайности нута на контроле (без применения соломенной мульчи). Также небольшие изменения урожайности нута были отмечены и в вариантах, где изучались разные способы посева. Использование ленточного способа посева со схемой 0,30×0,45 м обеспечивало до 0,08-0,11 т/га прибавки урожайности зерна нута в сравнении с вариантом, где посев проводили широкорядным способом с формированием посевных строк через 0,45 м. Увеличение междурядья в варианте со схемой 0,30×0,60 м снижало эффект от перехода на ленточный способ посева, урожайность по отношению к контролю (широкорядный с междурядьем 0,45 м) возрастала, в среднем на 0,07 т/га или 4,2-4,6 %.

Исследования показали, что предлагаемая система обработки почвы обладает мощным потенциалом в части повышения общей и товарной продуктивности нута, стабилизации производства нутового зерна в сухостепной зоне каштановых почв Нижнего Поволжья. Урожайность зерна нута с переходом на предложенную систему обработки почвы возрастала на 8,5-27,7%, существенно возрастала эффективность применения влагосберегающего агроприема мульчирования почвы, а также количественные эффекты от оптимизации способов посева.

Наиболее эффективным оказался ленточный способ посева нута по схеме 0,30×0,60 м, который на фоне использования предложенной системы обработки почвы обеспечил до 0,29 т/га или 15,8% прибавки урожая товарных семян. Использование влагосберегающего приема мульчирования почвы в полосовой модификации на фоне предлагаемой системы обработки почвы обеспечивало до 7,0-14,6 % прибавки урожая зерна нута.

Таблица 4 – Продуктивность и экономическая эффективность возделывания нута в зависимости от сочетания изучаемых агроприемов (среднее за 2015-2017 гг.)

Фактор А (система обработки почвы)	Фактор В (способ посева)	Фактор С (мульчирование почвы)	Урожайность, т/га	Элементы структуры урожая			Экономика производства	
				Число бобов на растении, шт.	Озерненность боба, зерен/боб	Масса 1000 семян, г	Чистый доход, тыс. руб./га	Рентабельность, %
А1	широкорядный 0,45 м	-	1,53	25,1	1,18	239	59,3	344,8
		+	1,65	25,0	1,20	251	64,5	357,1
	ленточный 0,30×0,45 м	-	1,64	24,8	1,17	219	64,1	358,1
		+	1,73	24,6	1,19	227	67,8	361,3
	ленточный 0,30×0,60 м	-	1,60	27,6	1,20	238	62,8	365,1
		+	1,72	27,9	1,21	250	68,0	376,5
ленточный 0,30×0,75 м	-	1,36	32,4	1,21	244	51,5	312,1	
	+	1,44	32,7	1,21	250	54,7	315,0	
А2	широкорядный 0,45 м	-	1,66	23,8	1,25	244	63,7	328,9
		+	1,83	24,4	1,27	260	71,3	353,0
	ленточный 0,30×0,45 м	-	1,80	24,9	1,23	222	70,0	348,9
		+	2,03	26,8	1,25	230	80,6	385,6
	ленточный 0,30×0,60 м	-	1,85	28,0	1,25	252	74,5	413,9
		+	2,12	30,2	1,26	268	87,2	462,3
ленточный 0,30×0,75 м	-	1,72	36,4	1,26	250	69,0	406,3	
	+	1,84	36,9	1,27	265	74,2	415,8	
НСР ₀₅	Фактор А		0,03	0,5	0,009	3,8	–	–
	Фактор В		0,04	0,8	0,013	5,4	–	–
	Фактор С		0,03	0,5	0,009	3,8	–	–
	Для частных средних			0,08	1,5	0,025	10,9	–

Совокупное использование предлагаемой системы обработки почвы, ленточного способа посева по схеме 0,30×0,60 м и полосового мульчирования поверхности обеспечивает формирование посевов нута со средней зерновой продуктивностью 2,12 т/га и стабильной урожайностью в разные по климатическим условиям годы. Повышение урожайности нута обеспечивалось за счет увеличения, в среднем, до 30,2 числа бобов на растении, увеличении общей сохранности растений к уборке до 32,0 раст./м², повышения до 1,26 озерненности бобов с массой 1000 семян не ниже 268 г.

Расчеты показали, что дополнительные затраты ресурсов на производство нута при использовании изучаемых агроприемов экономически оправданы. Наибольший чистый доход, 87,15 тыс. руб./га, обеспечивается при использовании предложенной системы обработки почвы, посева нута ленточным способом по схеме 0,30×0,60 м и применении влагосберегающего приема мульчирования почвы в полосовой модификации. Это на 35,65 тыс. руб./га или 69,2 % больше, чем при использовании зональной технологии возделывания нута. Даже при существующем паритете цен на ресурсы и производимую продукцию такой дополнительный доход существенно повышает привлекательность производства и обеспечивает быструю и эффективную окупаемость капиталовложений. При возможном снижении закупочных цен на продукцию использование высокоэффективных агроприемов является главным фактором сохранения прибыльности производства. Рентабельность производства при таком сочетании факторов достигает 462,3 %, что гарантирует уверенное вхождение в этот вид агробизнеса без потерь и финансовых рисков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Совершенствование системы агроприемов возделывания, направленное на повышение эффективности использования естественных природных ресурсов, обеспечивает в почвенно-климатических условиях засушливого Нижневолжского региона возможность формирования устойчивых урожаев нута на уровне 2 т/га.

Использование предлагаемой системы обработки почвы на основе глубоких (до 0,4 м) полосовых рыхлений, выполняемых под зябь, обеспечивает улучшение водных и физических свойств почвы. Эффект в наибольшей степени проявляется в подпахотных горизонтах, где до 1,22-1,26 т/м³ или на 0,04-0,06 т/м³ снижается плотность сложения почвы, на 1,2-2,0 % возрастает скважность, на 0,7-1,1 % увеличивается наименьшая влагоемкость. Указанное преимущество наблюдалось вплоть до первой декады июля, или, практически, в течение всего вегетационного периода нута. Для засушливых регионов России в зоне распространения каштановых почв это имеет принципиальное значение, так как в таких условиях влага быстро уходит из верхних слоев почвы, сосредотачиваясь в подпахотных горизонтах.

Результаты послойного изучения накопления почвенной влаги показали, что эффект «плужной подошвы», наблюдаемый при использовании традиционных систем обработки почвы с применением отвальной вспашки обуславливает не-

равномерное распределение запасов продуктивной влаги в границах микро рельефа пашни. Локальные понижения, а также местные нарушения «плужной подошвы», случайного характера, определяют местный сброс воды с инфильтрацией в нижележащие горизонты почвы. Применение полосной обработки почвы под зябь на глубину до 0,4 м позволяет создавать гребнистый профиль с системным разрушением плужной подошвы, что способствует увеличению запасов продуктивной почвенной влаги в подпахотных горизонтах. Наибольший эффект в плане накопления запасов почвенной влаги был отмечен на участках, где полосовое рыхление почвы проводили через 0,9 и 1,05 м. Это позволяло в среднем для метрового слоя накапливать до 1447-1481 м³/га продуктивной влаги, что на 229-263 м³/га больше, чем при использовании зональной системы обработки почвы на основе отвальной вспашки.

Использование полосового мульчирования поверхности почвы в зоне размещения посевных лент (рядов) на 9,4-21,7% снижает водопотребление посевов в период «посев-всходы» и начальные фазы вегетативного развития нута. Это позволяет за счет сокращения непроизводительного расхода влаги на физическое испарение с поверхности почвы сохранить запасы почвенной влаги и перераспределить ее использование в пользу более поздних фаз развития. За вегетационный период посевами нута расходуется, в среднем, от 2550 м³/га до 2960 м³/га воды на суммарное водопотребление.

Основной водобалансовой статьей (до 50,0-61,1 %) и ресурсом воды, расходуемой посевами нута на суммарное водопотребление, являются накопленные запасы почвенной влаги. Сочетание использования предложенной системы обработки почвы, на основе полосового глубокого рыхления под зябь, и влагосберегающего приема полосового мульчирования почвы, обеспечивают наиболее эффективное использование имеющихся водных ресурсов на формирование урожая нута. При этом наименьшие значения коэффициента водопотребления, 1357-1466 м³/т, были получены на участках, где полосовое рыхление почвы осуществлялось через 0,9 м, а нут высевали ленточным способом по схеме 0,30×0,60 м.

Улучшение водообеспеченности и физических свойств почвы при использовании полосового рыхления, применение влагосберегающего приема полосового мульчирования в сочетании с обоснованием способов посева обеспечивает активизацию продукционного процесса нута, увеличивая на 4-5 суток продолжительность вегетационного периода, на 4,2-5,6 тыс. м²/га максимальную площадь листьев нута, на 18,5-27,5 % - накопленный посевами фотосинтетический потенциал и на 0,30-0,48 г/м² в сут. – чистую продуктивность фотосинтеза. Наилучшие показатели роста и развития нута были получены при проведении полосового рыхления через 0,9 м и посеве изучаемой культуры ленточным способом по схеме 0,30×0,60 м, где накопленная биомасса посева в сухом веществе составляла 6,14-7,21 т/га, что на 1,67-1,81 т/га больше, чем на контроле.

Сочетание полосовой глубокой обработки почвы и полосового мульчирования поверхности в зоне рыхления при использовании ленточного способа посева по схеме 0,30×0,60 м обеспечивало наилучшие показатели структуры урожая

с сохранением 32 раст./м², формированием, в среднем, 30,2 бобов на растении и 1,26 зерен в бобе, массой 1000 семян не ниже 268 г. В совокупности это обеспечило формирование 1,96-2,24 т/га урожая зерна нута, что на 0,57-0,61 т/га больше, чем на контроле, при обработке почвы по зональной системе и посеве нута широкорядным способом через 0,45 м.

Использование предлагаемых агроприемов при возделывании нута экономически выгодно. Проведение полосового рыхления через 0,9 м и посев нута ленточным способом по схеме 0,30×0,60 м в сочетании с полосовым мульчированием поверхности почвы обеспечило получение продукции наименьшей себестоимости, 8892 руб./т, наибольшего чистого дохода, - 87,15 тыс. руб./га при максимальной рентабельности производства, 462,3 %. Экономический эффект от перехода на предложенную систему агроприемов возделывания нута составляет 27,85 тыс. руб./га.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

Для получения стабильных урожаев зерна нута на уровне 2,0 т/га при рациональном использовании природных и задействуемых в производстве ресурсов в сухостепной зоне каштановых почв Нижнего Поволжья использовать научно обоснованное сочетание предлагаемых агроприемов с соблюдением следующих технологических параметров:

– обработку почвы проводить по предлагаемой системе, включающей лущение поля непосредственно после уборки предшествующей культуры, дискование и глубокое полосное рыхление на глубину 0,4 м и с интервалом 0,9 м под зябь, покровное боронование и предпосевное фрезерование на глубину 0,12 м в зоне размещения полос глубокого рыхления;

– посев нута проводить ленточным двустрочным способом по схеме 0,30×0,6 м;

– обеспечивать проведение влагосберегающего агроприема, заключающегося в создании мульчирующего слоя в границах зоны размещения растений (посевной полосы).

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Перспективы дальнейшей разработки темы заключаются в подборе оптимального сортаментного состава нута для обеспечения эффективного использования природных ресурсов в разные по агрометеорологическим условиям годы, исследовании эффективных технологий применения минеральных удобрений при локальных полосовых обработках почвы, поиске эффективных мер борьбы с сорной растительностью в посевах, а также изучении основных факторов активизации симбиотического питания нута и использования этого ресурса для возмещения дефицита азота в каштановых почвах.

Научные работы, опубликованные в ведущих рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ:

1. Семененко, А.С. Приемы возделывания нута в сухостепной зоне каштановых почв Нижнего Поволжья / А.С. Семененко // Аграрный научный журнал. – 2017. – №9. – С. 32-37 (0,57 п.л., авт. – 0,57)

2. Бородычев, В.В. Закономерности послойного распределения запасов общей и продуктивной влаги при разных способах обработки почвы под нут / В.В. Бородычев, А.С. Семененко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – № 3 (47). – С. 21-29 (0,69 п.л., авт. – 0,49)

3. Дубенок, Н.Н. Орудие для мелиоративной обработки почвы и внесения удобрений / Н.Н. Дубенок, С.Я. Семененко, В.Г. Абезин, С.С. Марченко, А.С., А.С. Семененко // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2017. – № 9. – С. 123-129 (0,65 п.л., авт. – 0,18)

4. Бородычев, В.В. К вопросу о повышении эффективности использования водных ресурсов в богарном земледелии при возделывании нута / В.В. Бородычев, А.С. Семененко // Научная жизнь. – 2018. – № 2. – С. 36-38 (0,54 п.л., авт. – 0,41)

Материалы конференций и прочие издания:

5. Бородычев, В.В. Агрэкологическая эффективность возделывания нута в Нижнем Поволжье / В.В. Бородычев, А.С. Семененко // Экологические аспекты использования земель в современных экономических формациях: материалы Международной научно-практической конференции. – Волгоград: ВолГАУ. – 2017. – С. 90-95 (0,39 п.л., авт. – 0,28)

6. Бородычев, В.В. Структура урожая и продуктивность нута при комплексной оптимизации приемов возделывания в условиях засухи / В.В. Бородычев, А.С. Семененко // Роль мелиорации земель в реализации государственной научно-технической политики в интересах устойчивого развития сельского хозяйства: материалы международной научно-практической конференции. – Волгоград: ВНИИОЗ, 2017. – С. 61-68 (0,54 п.л., авт. – 0,35)

7. Семененко, А.С. Экономическое обоснование приемов возделывания нута в условиях засухи / А.С. Семененко // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: материалы международной научно-практической конференции. – с. Соленое Займище: ПНИИАЗ, 2018. – С. 1233-1241 (0,57 п.л., авт. – 0,57)