

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

*На правах рукописи*

**Фартуков Сергей Владимирович**

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

06.01.01 — общее земледелие, растениеводство

Диссертация  
на соискание ученой степени кандидата  
сельскохозяйственных наук

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

Саратов 2018

## Содержание

	стр.
<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>4</b>
<b>1 ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ НУТА В ЗАСУШЛИВОМ СТЕПНОМ ПОВОЛЖЬЕ (Обзор литературы).....</b>	<b>9</b>
1.1 Проблема растительного белка и роль зернобобовых культур в её решении.....	9
1.2 История, достоинства и значение нута.....	14
1.3 Морфологические и биологические особенности нута.....	23
1.4 Зональная технология возделывания нута.....	27
1.5 Роль способа посева и нормы высева в формировании продуктивности агроценозов нута.....	31
1.6 Научно-практический опыт применения различных удобрений и агрохимикатов при выращивании нута.....	37
<b>2 ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЗОНЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....</b>	<b>51</b>
2.1 Климатические условия зоны исследований.....	51
2.2 Характеристика плодородия почвы зоны проведения исследований.....	54
2.3 Особенности погодных условий в годы проведения полевых исследований.....	55
<b>3 СХЕМЫ, МЕТОДИКА И АГРОТЕХНИКА ОПЫТОВ.....</b>	<b>65</b>
3.1 Схемы полевых опытов.....	65
3.2 Методика проведения исследований.....	67
3.3 Агротехника на опытном поле.....	71
<b>4 ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ПОСЕВА И НОРМ ВЫСЕВА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ НУТА В СТЕПНОМ ПОВОЛЖЬЕ.....</b>	<b>72</b>
4.1 Особенности развития растений в посевах нута при разных схемах посева.....	72
4.2 Густота стояния растений в посевах нута при сочетании различных способов посева и норм высева.....	74
4.3 Биометрические показатели посевов нута.....	79
4.4 Элементы продуктивности нута при разных способах посева и нормах высева.....	85
4.5 Влияние способов посева и норм высева на формирование урожайности зерна нута.....	88
<b>5 ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ УДОБРЕНИЙ, БИОПРЕПАРАТОВ И СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА НА ПРОДУКЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС НУТА В СТЕПНОЙ ЗОНЕ САРАТОВСКОГО ПРАВОБЕРЕЖЬЯ.....</b>	<b>92</b>

5.1 Особенности симбиотического процесса нута при применении различных удобрений и препаратов.....	92
5.2 Биометрические показатели агроценозов нута.....	96
5.3. Продуктивность фотосинтеза посевов нута.....	103
5.4 Элементы структуры урожая нута в зависимости от применения различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста.....	106
5.5 Влияние различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на урожайность зерна нута в степной зоне Саратовского Правобережья.....	110
<b>6 ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ И СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА НА РАЗЛИЧНЫХ СОРТАХ НУТА В СТЕПНОЙ ЗОНЕ САРАТОВСКОГО ПРАВОБЕРЕЖЬЯ.....</b>	<b>114</b>
6.1 Особенности симбиотического процесса нута при применении различных биопрепаратов и стимуляторов роста.....	114
6.2 Влияние различных биопрепаратов и стимуляторов роста на рост и развитие агроценозов сортов нута.....	117
6.3 Влияние различных биопрепаратов и стимуляторов роста фотосинтетический процесс сортов нута.....	122
6.4 Влияние различных биопрепаратов и стимуляторов роста формирование элементов продуктивности сортов нута.....	124
6.5 Влияние различных биопрепаратов и стимуляторов роста на урожайность сортов нута.....	126
6.6 Влияние различных биопрепаратов и стимуляторов роста на накопление белка в зерне нута.....	129
<b>7 БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕКОМЕНДУЕМЫХ ПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НУТА.....</b>	<b>132</b>
7.1 Биоэнергетическая оценка.....	132
7.2 Экономическая эффективность.....	136
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>142</b>
<b>ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ.....</b>	<b>146</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	<b>147</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ.....</b>	<b>163</b>

## ВВЕДЕНИЕ

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

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

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

**Степень разработанности проблемы.** Во второй половине прошлого века вопросами возделывания нута в Поволжье занимались В.В. Балашов, Л.П. Шевцова, Н.И. Германцева и ряд других ученых. Однако практически все полученные ими данные относятся к зоне каштановых почв,

где нут исторически широко распространен. В то же время результаты изучения приемов возделывания нута на черноземных почвах зоны ограничены.

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

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

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

**Задачи исследований:**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### **Положения, выносимые на защиту:**

- особенности роста, развития и работы фотосинтетического аппарата нута на черноземе южном степного Поволжья в зависимости от приемов его возделывания;
- особенности влияния минеральных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на симбиотический и продукционный процессы нута в условиях степной зоны черноземных почв Саратовского Правобережья;
- показатели изменения качества зерна нута в зависимости от сортовых особенностей и приемов возделывания в степной зоне Поволжья;
- рациональные сочетания способа посева и нормы высева сорта нута Краснокутский 36 на черноземе южном;
- система наиболее эффективного применения минеральных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста при выращивании нута на черноземе южном;
- результаты экономической и биоэнергетической оценки рекомендуемых приемов возделывания нута.

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

**Апробация работы.** Материалы диссертационной работы докладывались на научно-практических конференциях Саратовского ГАУ (Саратов, 2011-2018 гг.), на Международных научных конференциях «Вавиловские чтения» (Саратов, 2016-2017 гг.), на IX Международном симпозиуме «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования» (Москва, 2011 г), на Международной научно-методической конференции, посвященной памяти акад. РАСХН Немцева Н.С. «Интродукция нетрадиционных и редких растений» (Ульяновск, 2012).

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

**Объем и структура диссертации.** Диссертация изложена на 146 страницах компьютерного текста, состоит из введения, семи глав, заключения и предложений производству, содержит 32 таблицы и 3 рисунка. Приложение приведено на 27 страницах. Список литературы включает 188 источников, в т.ч. 14 иностранных авторов.

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

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

# **1 ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ НУТА В ЗАСУШЛИВОМ СТЕПНОМ ПОВОЛЖЬЕ (Обзор литературы)**

## **1.1 Проблема растительного белка и роль зернобобовых культур в её решении**

В современном мировом земледелии сложно переоценить роль бобовых культур. Азотфиксирующая способность зернобобовых культур дает возможность пополнять почвенные запасы бесплатным симбиотическим азотом, что позволяет сельхозпроизводителям сокращать использование минеральных удобрений.

Растительный белок зернобобовых культур является самым дешевым. Получение 1 тонны переваримого протеина из зерна хлебных злаков обходится в 2,5-3 раза выше, чем из гороха. В сравнении белком из соевого шрота стоимость становится выше уже на порядок – в 15-18 раз. При современном уровне технологий ни синтетический белок, ни протеин, получаемый из кормовых дрожжей, не способны конкурировать по дешевизне с растительным белком зернобобовых культур.

Многолетние бобовые травы обеспечивают симбиотическим азотом не только свой рост, но и последующие культуры в севообороте. За время своей вегетации они улучшают почву, оказывая положительное влияние на урожаи следующих периодов.

Белок – важнейший компонент рациона человека. Роль протеина в питании человека настолько значима, что потребление белка на душу населения в граммах в сутки рассматривают как один из обобщающих критериев для измерения уровня благосостояния в стране

Дефицит белка в пище вызывает множество физиологических и функциональных нарушений: задержку роста и развития, дисфункцию желез внутренней секреции и изменениям гормонального фона.

По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО), суточная норма потребления белка составляет 12% общей калорийности суточного рациона человека. Это примерно 90-100 г белка, из которых 60-70% должны составлять белки животного происхождения (П.П. Вавилов, Г.С. Посыпанов, 1983). Проблема дефицита продуктов питания на мировом уровне все еще достаточно значима, и роль растительного белка в ее решении только возрастает. По данным Министерства здравоохранения России дефицит белка в продуктах питания составляет 30%.

В последние 30-40 лет почвы Поволжского региона обеднели по содержанию гумуса: его содержание уменьшилось на 8-14%. Как один из негативных факторов в этом процессе можно рассматривать несовершенство агротехники возделывания в отношении структуры посевных площадей.

Ограниченность материально-технической базы привела к вынужденному уменьшению доли зернобобовых культур и бобовых трав в структуре севооборотов. В свою очередь это повлекло за собой не только снижение валовых сборов зерна бобовых, но деградацию почв в сторону обеднения запасов азота и гумуса.

В животноводстве недостаток белка в кормовых рационах также является фактором, ограничивающим рост продуктивности. Проблему получения сбалансированных по основным элементам питания и обменной энергии концентрированных кормов может решить использование зернобобовых культур, ценных как аминокислотным составом, так и высокой усвояемостью протеина. (В.В. Звездичев, С.С. Шерстнев, 2001).

Корма, богатые протеинами, особенно важно вводить в рацион животных, когда его основу составляют грубые и сочные корма. Для того, чтобы рацион считался сбалансированным по протеину, содержа-

ние белка в кормах должно соответствовать установленным нормам. На каждую кормовую единицу для дойных коров должно приходиться 110 г переваримого протеина. Для молодняка этот показатель составляет 105, а для птицы и свиней на откорм каждая кормовая единица должна содержать не менее 120 г переваримого белка. Несбалансированность рациона животных по белкам приводит к перерасходу кормов, что в конечном итоге снижает показатели экономической эффективности животноводства. Например, для дойных коров перерасход кормов может достигать 30-35%. Подсчитано, что себестоимость получаемого молока в этом случае закономерно возрастает на 22-28% (А.К.Антоний, А.П. Пылов, 1980).

Достоинством зернобобовых культур является не только количественное содержание белков, но и их биологическая ценность. Ключевыми критериями для оценки последней являются степень усвоения и содержание в протеине незаменимых аминокислот.

Целью процесса потребления белков живым организмом является их расщепление и получение аминокислот, которые будут использованы для построения собственных специфических белковых молекул. Из всего множества аминокислот только 20 обнаруживаются в структуре белков живых организмов. Эти кислоты получили название протеиновых.

Все растительные организмы при достаточном количестве доступного азота способны самостоятельно синтезировать необходимые для своей жизнедеятельности аминокислоты. В отличие от них для животных ряд аминокислот (незаменимые аминокислоты) возможно получить только через пищу.

По содержанию незаменимых аминокислот зернобобовые культуры в порядке убывания можно выстроить в следующий ряд: горох, кормовые бобы, вика яровая, нут. Содержание лизина в протеине этих куль-

тур составляет 5,5-7,5%, что практически позволяет приравнять его по этому показателю к кормам животного происхождения. Например, в костной муке содержится 8,2% лизина, а в нуте его 7,6%. Помимо лизина семена зернобобовых также богаты аргинином, лейцином и изолейцином.

Помимо аминокислотного состава, растительный белок кормов необходимо оценивать также и с точки зрения переваримости сырого протеина. Если сравнивать зернобобовые культуры с зерновыми, то сырой протеин бобовых имеет еще и лучшую переваримость. (М.Ф. Томме, 1964).

В настоящее время в условиях нашей страны самым доступным и дешевым источником белка остаются полевые культуры. Более 40% производимого в России растительного белка получают из зерновых культур, а на долю зернобобовых приходится всего лишь – 2,4-3,1%. Существуют регионы, где этот показатель еще меньше. Для сравнения в мировом земледелии посевы зерновых бобовых культур составляют около 135 млн. га. Это примерно 14% от площадей, занятых зерновыми. Сложилась практически парадоксальная ситуация, в которой высокобелковые культуры, дающие полноценный и дешевый протеин, не используются в полной мере как источник растительного белка.

Уникальность зернобобовых культур состоит в том, что они вовлекают в биологический круговорот азот воздуха, что недоступно для прочих растений. В благоприятных условиях горох посевной без использования азотных удобрений только при помощи симбиоза способен усвоить из воздуха за вегетацию до 150 кг/га азота, давая урожайность семян 3,0-4,0 т с 1 га и более.

В работах профессора Г.С. Посыпанова (1997) упоминается, что азот, усвоенный из воздуха клубеньковыми бактериями, полностью отчуждается вместе с урожаем. Однако с органическими остатками

зернобобовых культур в почве все равно остается достаточно азота. Это делает их более качественными для новых посевов, предшественниками, чем небобовые культуры: урожай в следующей ротации бывает выше, чем с мятликовыми предшественниками и сравним с урожаем после пара.

Расчеты показывают, что увеличение посевных площадей многолетних бобовых трав до 23 млн. га при средней урожайности в 6 т/га, может увеличить объем симбиотической фиксации азота в 20 раз. Таким образом, с использованием симбиотического азота будет получено 38 млн. т полноценного растительного белка.

В 1994 г. на территории России площадь посевов зернобобовых культур составляла 1,962 млн. га. Самой популярной зернобобовой культурой у отечественных производителей был горох – его посевы занимали 1,750 млн. га. Следующими по распространенности культурами были соя и люпин. Под возделывание нута, фасоли, чечевицы, кормовых бобов и чины были отведены лишь незначительные площади.

Использование способности бобовых культур к симбиотическому усвоению азота из атмосферы может стать главным ключом решения проблемы получения растительного протеина. Необходимо использовать все доступные средства для увеличения производства белка: оптимизация структуры посевных площадей; повышение белковистости культур; стимулирование урожайности путем рационального применения удобрений, пестицидов, мелиорации почв, совершенствования агротехники. Параллельно необходимо разрабатывать методы повышения эффективности использования растительного белка для снижения его затрат на получение животноводческой продукции.

## 1.2 История, достоинства и значение нута

Нут принадлежит к роду *Cicer* семейства Бобовые. Также известен под названиями бараний горох, турецкий горох и пузырьник. Род *Cicer* включает в себя 45 видов. Дикорастущие виды встречаются преимущественно в Средней и Малой Азии, Эфиопии, Афганистане и Иране. Единственный однолетний вид в культуре – нут культурный (*Cicer arietinum*) – подразделяется на 4 подвида: средиземноморский (*ssp. mediterraneum*), восточный (*ssp. orientale*), азиатский (*ssp. asiaticum*), европейско-азиатский (*ssp. eurasiaticum*).

Нут как культурное растение ведет свою историю с древних времен. Первое упоминание нута обнаружено в поэме «Илиада» Гомера. Археологические находки свидетельствуют, что использование нута человеком в пищевых целях начинается еще в древнейшие времена. Предполагают, что изначально эллины (греки) возделывали нут на территориях к западу от Турции.

Дальнейшее распространение происходило в двух направлениях – на юго-восток в Индостан и к западу от Средиземного моря. (Г.М. Попова, 1937).

Древнейшее свидетельство употребления нута было найдено в Турции на раскопках Хакилара. Археологи обнаружили зерно нута, возраст которого датирован 5450-м годом до н. э. (Н.А. van Rheezen, 1991).

Найденные в Ираке семена нута отнесли к периоду около 3300 лет до н.э. к эпохе бронзового века. В Индии нут предположительно начал возделываться на рубеже второго тысячелетия до нашей эры. Новые лингвистические исследования доказывают, что нут возделывался в 1580-1100 гг. до н. э. в долине реки Нил, а также в Средиземноморье.

В округе Орангабада найдены доказательства возделывания этой культуры, относящиеся к 300-100 гг. до н.э.

К концу XX века, нут стал третьей в мире по значимости зернобобовой культурой после сои и гороха. По данным ФАО (2000), под посевы нута отведено 15% мировых площадей, занятых зернобобовыми культурами, на которых получают около 13% объема мирового производства зерна бобовых культур. Лидерами по его потреблению являются народы Индии, Пакистана и Бангладеш.

В нашей стране нут никогда не имел широкого распространения. Можно предположить, что причина в том, что основные районы возделывания нута имеют засушливый жаркий климат. В период существования СССР основными поставщиками зерна нута были республики Средней Азии. После распада Советского Союза сравнительно небольшие посевы нута можно встретить только в регионах резко континентальным климатом – в Нижнем и Среднем Поволжье.

Нут способен давать устойчивые урожаи даже в районах с засушливым климатом. Мощная корневая система в сочетании со способностью к экономичному расходованию влаги делает его самым засухоустойчивым представителем среди зернобобовых. Адаптированный к резко-континентальному климату, кроме жаро- и засухоустойчивости нут обладает еще и высокой морозостойкостью.

Введение нута в состав севооборота имеет много преимуществ. В первую очередь, нут – это отличный предшественник для любой зерновой культуры. Способность усваивать азот из воздуха полностью обеспечивает потребности самого нута в период вегетации, а после уборки этой культуры растения оставляют после себя до 50 кг азота на гектар. Благодаря этому, замена пара этой культурой дает шанс увеличить продуктивность всего зернового севооборота в острозасушливых условиях и максимально эффективно использовать землю. То, что

нут является прекрасным предшественником, доказывает то факт, что после него наблюдается такая же урожайность озимой пшеницы, как и после пара. При этом общих вредителей и болезней с зерновыми культурами нут практически не имеет. За счет того, что он является широколиственной, а не злаковой культурой, его включение в севооборот эффективно решает проблему борьбы с однолетними и многолетними злаковыми сорняками.

К достоинствам нута можно также причислить и простоту агротехники. Как и прочие зернобобовые, нут не требует внесения азотных удобрений. Также он не требует какой-либо специфической материально-технической базы, все работы можно выполнять той же техникой, что и на зерновых. Дружное созревание зерна на всем растении и высокое прикрепление нижних бобов (на уровне около 20 см) позволяет убирать его прямым комбайнированием.

Всходы способны выдерживать заморозки до минус 6-8°C. Такая особенность нута способствует посеву в самые ранние сроки, благодаря чему всходы растений могут максимально продуктивно использовать весеннюю почвенную влагу.

В числе производственных достоинств нута можно также упомянуть то, что он созревает позже самых распространенных злаковых культур – пшеницы и ячменя. Таким образом, разделение уборки во времени позволяет эффективно использовать уборочную технику и трудовые ресурсы.

Не станет катастрофичной и задержка с уборкой, поскольку при переставивании на корню нут не полегает и не осыпается.

Нут оставляет после себя сравнительно мало пожнивных остатков, поэтому после его уборки обычно бывает достаточно времени для того, чтобы качественно подготовить почву под посев озимых культур.

При грамотной агротехнике можно получить урожайность нута до 20 ц/га. Выращивание этой культуры достаточно привлекательно в экономическом плане. Спрос и цены на нут из года в год остаются стабильно высокими.

В последние годы мировые посевы нута занимают 11-12 млн. га, при этом происходит ежегодный прирост его площадей примерно на 1%.

Около 95% всего производства нута на продовольственные цели сосредоточено в развивающихся странах. Из них около 75% всего выращиваемого объема приходится на страны Южной Азии.

Главные производители нута в юго-западном регионе – это Индия, Пакистан, Турция. В Индии на долю нута приходится более 40% общего производства бобовых культур. Турция является главным экспортером нута в Азии, в конце 20 века на ее долю приходилось 30% мирового экспорта зерна этой культуры.

В странах Латинской Америки выращивают еще около 3% нута.

Среди африканских стран нут возделывают в Эфиопии, Марокко и Танзании.

Сравнительно недавно коммерческое производство нута освоила Австралия. Поскольку внутреннего спроса в этой стране практически нет, продукция выращивается на экспорт на рынки азиатских стран – Индии, Пакистана и Бангладеш (Р.К. Joshi и др., 1999).

Еще одним крупным экспортером нута является Мексика. Ее доля составляет 17% общего экспорта, главным образом поставки идут в США.

Крупнейшими импортерами и потребителями нута остаются Индия и Пакистан. Объемы импорта в этих странах сопоставимы и находятся в пределах 130-150 тыс. т в год. Третье место в рейтинге импортеров занимает Бангладеш, которые закупает 60-65 тыс. тон в

год. Заметную долю в импорте занимают страны Западной Европы – Соединенное Королевство, Италия и Испания. Например, за четверть века импорт нута в Испании неуклонно растет: с 26 тыс. т в начале 70-х гг. до 50 тыс. т под конец XX века. На сегодняшний день этот показатель уже перевалил за 61 тыс. т.

Международный центр IKARDA и Международный институт ICRISAT, занимающиеся изучением аридных и полуаридных зон в своей работе уделяют много внимания и выпускают практические рекомендации по выращиванию нута на фуражные и пищевые цели.

Латинское название нута – Cicer – вероятнее всего произошло от греческого слова «kikus», что переводится как «мощь» или «сила».

Содержание белка в его зернах нута варьируется от 20 до 32%, жира от 4,1 до 7,2 % в зависимости от сорта. И хотя по содержанию протеинов нут отстает от сои или бобов, по своей питательности он лидирует среди всех зернобобовых культур. По содержанию жира семена нута уступают только сое.

Протеин нута богат незаменимыми аминокислотами – метионином и триптофаном. Микроэлементный состав богат фосфором, магнием и калием. Также это хороший источник лецитина, витамина В2, витамина В1, никотиновой и пантотеновой кислот, холина. Количество витамина С в зерне не слишком высоко, однако в разы возрастает при проращивании семян.

В зелени нута содержатся щавелевая, лимонная и яблочная кислоты.

В тех странах, где исторически сложилась традиция употребления нута в пищу, способы его приготовления очень разнообразны. Его едят в вареном и в жареном виде, используют для приготовления первых блюд и гарниров. Консервная и пищевая промышленность ис-

пользую семена нута в качестве сырья. Консервы из нута отличаются высокой питательностью и хорошими вкусовыми качествами.

Он входит в состав многих специфичных для данных регионов национальных блюд. Например, из жареных дробленых семян с изюмом, кунжутом и грецким орехом делают съедобные брикеты. Нутовая мука в количестве 10-20 % может быть добавлена к пшеничной для выпечки хлеба или кондитерских и макаронных изделий. Это повышает питательность хлеба, что особенно важно для регионов, где продовольственная проблема еще не решена.

Из муки нута в чистом виде или смеси с молочным порошком изготавливают детское питание для детей раннего возраста.

Нут можно добавлять в кормовой рацион различных животных, но особенно ценен он для свиней и птицы.

На кормовые цели обычно идут сорта нута с темноокрашенные семенами, которые используют в дробленном виде или в виде муки. Цельные семена нута рекомендуется скармливать животным в вареном или запаренном виде.

Главное отличие кормовых сортов нута в повышенном содержании белка. В 1 ц зерна нута содержится 122 кормовые единицы, на которые приходится 18-20 кг переваримого белка. (Ливанов К.В.,1963). Кормовой нут является отличной добавкой к грубым кормам, способной снизить их расход. В качестве белкового концентрата в кормовых рационах птицы нут способен заменить рыбную муку.

Кроме семян для кормов может использоваться и зеленая масса нута. Исследования, проведенные на Краснокутской селекционной станции обнаружили, что по общей питательности и содержанию протеинов, жира и золы зеленая масса нута близка к люцерновой. Ученым Краснокутской ГСС удалось опровергнуть распространенное заблуждение о малой пригодности бараньего гороха на зеленую подкормку. Действительно, в пе-

риод вегетации надземная масса нута содержит большое количество органических кислот и неохотно поедается животными.

Однако это утверждение верно лишь для растений молодого возраста до фазы цветения включительно. В период налива и созревания зерна количество органических кислот, выделяемых листьями, значительно снижается, а питательная ценность зеленой массы приближается к концентрированному корму. Протеин в ней составляет 21,26%, жир – 2,83%, а безазотистые экстрактивные вещества – 6,05% в расчете на абсолютно сухое вещество.

Зеленый корм из надземной массы нута рекомендован для овцеводства и свиноводства. Животные охотно поедают его, а ежедневные прибавки в весе могут составлять до 130-200 г.

Сено нута почти не отличается от люцернового по содержанию белка, жира, золы, но в нем меньше безазотистых экстрактивных веществ и больше клетчатки. Особенно питательно оно в фазе налива зерна. Даже если в летний период оно бывает пересохшим, зимой за счет большой гигроскопичности оно способно восстанавливать нормальную влажность. Убранный в этот срок сено с успехом скармливается овцам, телятам и свиньям.

По данным Министерства сельского хозяйства России в настоящее время потребности отечественного животноводства все еще не способно решить проблему недостатка кормового белка. При текущем уровне развития животноводства ежегодная потребность отрасли в переваримом протеине составляет около 11,6 млн. т. Фактическое производство обеспечивает эту потребность только на 90% и способно давать только около 10,5 млн. т. Этот дефицит распределяется следующим образом: на группу грубых и сочных кормов недостаток протеина составляет 0,7 млн. т, а в концентрированных – 0,4 млн. т.

Перерасход кормов этих групп по причине протеиновой недостаточности по разным данным составляет от 20 до 50%. Таким образом, энергетическая несбалансированность рационов влечет за собой рост себестоимости животноводческой продукции. (А.Д. Задорин, 2001). Для решения проблемы дефицита фуража Н.И. Германцева (1980) рекомендует увеличивать посевы нута в группе кормовых культур.

Использование нута, гороха, сои и вики является доступным источником получения пищевого белка в животноводстве. Семена этих культур можно использовать как полноценные белковые добавки к комбикормам. (А.С. Шпаков)

Проблема белковой недостаточности питания существует и для населения нашей страны. Белковая недостаточность в суточном рационе жителя Российской Федерации в среднем составляет 30-35% (Е.И. Сизенко, 2001). Решением этой проблемы может стать увеличение производства как животного, так и растительного белка. Однако нельзя игнорировать факт того, что переработка растительного белка в животный происходит в соотношении затрат 7-11 единиц растительного белка на выработку 1 единицы животного.

Помимо высоких энергетических и экономических затрат на производство животного белка, его употребление человеком косвенно ведет к повышению уровня холестерина.

Таким образом, рост потребления зернобобовых культур может стать дешевым и здоровым способом для улучшения питания жителей нашей страны.

Интересным фактом является то, что наши предки научились употреблять семена нута не только в пищу, но и использовали их в лечебных целях. Древнегреческий врач Диоскорид в своих трудах писал, что вареный или жареный нут благотворно влияет на работу желудка и рекомендует использовать его нежные молодые семена в качестве десерта.

В трудах древнеримского ученого Плиния это растение фигурирует в качестве мочегонного лекарства и средства для повышения лактации у кормящих матерей. Из молодых растений нута и муки из зерен изготавливали компрессы. По мнению Плиния это средство могла спасти от воспаления, чесотки, язв, влажных прыщей и даже раковых опухолей. Нуту предписывалась способность справляться с кожными заболеваниями и бородавками. Крупнейший европейский ботаник XVI в. Додонеус писал об использовании водного настоя зерен бараньего гороха как сексуального стимулятора. Отваром нута в народной медицине рекомендовали также избавляться от камней в почках и в мочевом пузыре.

В виде мази или средства для принятия внутрь нутом сводили кровоподтеки, опухоли и прыщи. Масло нута считали полезным для избавления от лишая. Помогает это растение и от боли в спине. Считалось, что в виде настоя он спасает от зубной боли и опухолей десен. Нут способен очищать голос и давать питание легким лучше, чем другие средства. По этой причине из нутовой муки готовили целебную похлебку.

Для лечения желтухи пытались применять чечевицеобразный и черный нут. Считалось, что он обладает желчегонной способностью и открывает «закупорки» в печени и в селезенке. При этом есть нут рекомендовали не в начале и не в конце трапезы, а в ее середине.

В смеси с миндальным маслом, маслом дикой редьки и сельдерея из нута готовили средство для избавления от камней в почках и в мочевом пузыре и в почках. Хотя считалось, что действие нута может быть отрицательным при язвенной болезни мочевого пузыря.

Нут способен усиливать похоть, из-за этого свойства его использовали для того, чтобы откармливать самцов верблюдов и других домашних животных.

Вероятнее всего в Россию нут изначально проник с территории Украины. Существует также теория, что его завезли из стран Закавказья или по Шелковому пути из Индии. В 70-х годах XVIII эту культуру уже можно было встретить на полях и огородах. В начале 30-х годов XX века в засушливых районах нашей страны появились первые производственные посевы нута.

Среди зернобобовых культур степных регионов Российской Федерации нут занимает ведущее место. Нут широко возделывают здесь как пищевое и кормовое растение. В зерне современных сортов содержится 20-30% белка и 5-8% жира, а так же 122 г переваримого протеина в одном килограмме. Своей усвояемостью и биологической полноценностью белки нутового зерна приближаются к белкам животного происхождения. По показателю содержания незаменимых аминокислот их можно отнести к одним из лучших среди традиционных зернобобовых культур (Балашов В.В., 2009; Германцева Н.И., 2001; Посыпанов Г.С., 2006).

Посевная площадь нута в Саратовской области ежегодно составляет 150-180 тыс. га. Стабильная урожайность даже в острозасушливые годы, повышенное содержание белка в зерне позволяет при хорошей агротехнологии получать почти в 2 раза больше белка с гектара нута по сравнению с такой важной зернофуражной культурой степной зоны, как ячмень (Шевцова Л.П., 2000).

### **1.3 Морфологические и биологические особенности нута**

В статье «Теоретические основы селекции» Н.И. Вавилова (1935), указаны центры происхождения культурных растений и близ-

ких их сородичей. По ее материалам нут имеет три центра происхождения:

1. Индостанский центр. В Индии, расположенной в стороне от ареала рода *Cicer*, издавна возделывались мелкосеменные формы темно-коричневой и черной окраски. Может быть, там находится вторичный генетический центр культурного нута.

2. Среднеазиатский центр. *Cicer arietinum* L. - нут культурный (2п =16, 32). В диком состоянии не известен. Формы, как и в индийском очаге, мелкосеменные (*ssp. asiaticum*).

3. *Cicer arietinum* L. — нут культурный (2п =16, 32). Важное пищевое растение в Иране и Турции (Малой Азии). Для Малой Азии характерен крупносемянной культурный тип местных сортов. Западная и южная части Малой Азии – это первичный генетический центр крупносеменных форм культурного нута.

Род *Cicer* объединяет более 30 видов, из которых в культуре распространен только один - *Cicer arietinum* В.

Нут представляет собой однолетнее травянистое растение с разветвленным корнем стержневой формы. На корнях растения обитают симбиотические микроорганизмы – клубеньковые бактерии порядка *Rhizobiales*, которые помогают растению усваивать неорганический атмосферный азот. Всходы нута могут иметь зеленый или красно-фиолетовый окрас, семядоли при прорастании остаются в грунте. Растение имеет ребристые, прямые, изогнутые, реже лежачие и ветвящиеся стебли. Высота стебля 20-70 см. Листья сложные, непарноперистые, с коротким черешком; листочков 11-17. Листочки мелкие, мелкопильчатые, эллиптические или обратнойцевидные Прилистники 3-4-зубчатые. Цветки мелкие, могут иметь окрас разных цветов. По строению цветки одиночные, пазушные, состоящие из 5-зубчатой чашечки, паруса, крыльев, лодочки, столбика, расширяющегося кверху.

Цветок имеет десять тычинок, из которых девять срослены в трубку, а одна остается свободной.

Бобы короткие, вздутые, овально-вытянутые или ромбические. Зрелый боб соломенно-желтого цвета или темно-фиолетовый (с антоцианом). Стебли, листья и бобы железисто-опушенные.

Семян в бобе обычно 1-2, редко 3. Семена с вытянутым клювиком, бороздчатые или шероховатые, округлые, угловатые или промежуточной формы. По массе в расчете на 1000 шт. семена классифицируют как: очень мелкие (менее 50 г), мелкие (51-150 г), средние (151-250 г), крупные (251-350 г), очень крупные (более 350 г). Окраска семенной кожуры белая, розовая, желтая, оранжевая, рыжая, светло- и темно-коричневая, темно-красная и черная. Окраска семядолей желтая.

Растение самоопыляющееся.

Существует два основных типа нута: *desi*, на долю которого приходится около 85% и *kabuli* — оставшиеся 15% общего мирового производства зерна нута (О.В. Singh, 1998). У типа *desi* - зерно относительно мелкое, сморщенное, лилового, коричневого цвета с толстой семенной оболочкой. У *kabuli* - кремовые и белые достаточно крупные зерна с тонкой семенной оболочкой, высоко ценятся на мировом рынке (Н.А. Van Rheeneen, 1991).

*Свет.* Нут относится к растениям длинного дня. На длинном дне нут ускоряет период цветения. В условиях укороченного (9-часового) дня рост растений резко замедляется.

*Тепло.* Благодаря своей засухоустойчивости нут преимущественно распространен в районах с жарким и засушливым климатом. Растение отлично адаптировано к погодным условиям резко-континентального климата и является лидером по морозостойкости среди зернобобовых. В некоторых районах Узбекистана нут высажи-

вают в осенний период как озимые. Укоренившиеся ростки нута способны выдержать под снежным покровом морозы до  $-25^{\circ}\text{C}$ . Ранней весной взрослые растения способны выдержать рекордные для зернобобовых заморозки до  $-16^{\circ}\text{C}$ . Сумма среднесрочных температур, необходимая для созревания нута, составляет  $1800-2000^{\circ}\text{C}$ . Минимальная температура посевного слоя почвы, при которой семена могут набухать,  $+3-4^{\circ}\text{C}$ . Тем не менее, тепло для растений нута является важным фактором и его недостаток способен замедлить скорость вегетации в 3-4 раза. Например, при температуре воздуха  $+3-4^{\circ}\text{C}$  всходы появляются через 3-4 недели, а при ее повышении до  $+8-10^{\circ}\text{C}$  уже на 9-10-е сутки. Фаза цветения–плодообразования еще более требовательна к температуре – в этот период она не должна опускаться ниже  $+20^{\circ}\text{C}$ .

*Влага.* Растения нута легко переносят недостаток влаги. Именно его засухоустойчивость способствовала его широкому распространению в аридных и полуаридных зонах. Адаптационный механизм заключается в том, что клетки растений нута содержат меньше свободной воды, которая находится в связанной форме. Это позволяет свести испарение к минимуму. В особо засушливый период растение может приостановить свое развитие, чтобы возобновить с появлением доступной влаги. Такая приостановка в развитии не влечет за собой впоследствии снижение урожая семян.

Нут хорошо отзывается на орошение, которое способно ускорить созревание урожая.

Повышенная влажность воздуха, напротив, оказывает негативное влияние на урожайность нута, поскольку влажный воздух препятствует опылению растений. Дождливая погода в период вегетации может вызвать поражение посевов аскохитозом, который чаще других заболеваний поражает эту культуру. Длительные дожди могут по-

влечь непоправимый урон урожайности нута, поскольку способны вызвать не только задержку цветения, но и опадение завязи.

*Почва.* Среди зерновых бобовых культур нут можно считать наименее требовательным к почвам. Растение плохо переносит тяжелосуглинистые, заболоченные почвы, а также территории с близким залеганием грунтовых вод. Оптимальным выбором для посевов нута можно считать черноземные почвы, а также серые лесные, каштановые, суглинистые и лессовидные нейтральной или слабощелочной реакцией в пределах pH - 6,8- 7,4. Использование органических удобрений делает вполне пригодными для нута песчаные и супесчаные почвы.

*Симбиотическая фиксация азота.* Как и другие культуры семейства бобовых, нут способен аккумулировать азот из атмосферного воздуха. В процессе эволюции растения семейства бобовых получили симбионта – бактерий Rhizobiales, в процессе жизнедеятельности которых неорганический азот продуцируется в органические соединения. Для осуществления этого процесса клубеньковые бактерии потребляют углеводы полученные растением при помощи фотосинтеза. При активной азотфиксации бактерии могут расходовать до 30 % углеводов, синтезированных растением. Поэтому все приемы, улучшающие рост и развитие растений нута, будут способствовать увеличению количества азота, усвоенного ими из воздуха. После запахивания в почву пожнивных остатков нута, почва обогащается азотом, который благоприятно влияет на урожай последующей культуры.

#### **1.4 Зональная технология возделывания нута**

Практический опыт возделывания нута в севооборотах показывает, что, как и прочие бобовые культуры, он является отличным предшественником. Помимо обогащения почвенных запасов азота, зернобобовые очи-

щают поле от сорняков, а ранние сроки уборки нута оставляют достаточный запас времени для подготовки почвы под следующую культуру.

Для возделывания нута следует использовать поля с лучшими предшественниками. Особенно важно это бывает в первые годы освоения севооборота. Хорошим предшественником нута являются озимые культуры. Не рекомендуется выбирать поля, истощенные длительными бессменными посевами яровых.

Лущение стерни во время уборки способствует лучшей подготовке поля после яровых и озимых злаковых предшественников. Этот агротехнический прием необходимо дополнить зяблевой вспашкой в осенний период.

Неблагоприятно скажется на возделывании нута выбор поля, засоренного корнеотпрысковыми сорняками (молочай, осот, вьюнок и т.д.) и овсюгом. Для борьбы с ними рекомендуется двух- или трехкратное подрезное лущение лемешными луцильниками. Первое лущение проводится сразу после уборки предшественника на 6-8 см, последующие – на глубину 10-12 см после появления розеток сорняков.

Для посева нута оптимальна глубокая вспашка (25-27 см) плугом с предплужниками. Для лучшего развития корневой системы этой культуры необходимо тщательное выравнивание поверхности участка перед посевом и формирование рыхлого мелкокомковатого слоя почвы на 8-10 см вглубь. Это достигается приемами покровного боронования ранней весной и предпосевной культивации на глубину 6-10 см (глубина заделки семян).

В засушливых климатических зонах наблюдается положительный эффект зимнего снегозадержания, поскольку почвенные запасы продуктивной влаги оказывают очень сильное влияние на продуктивность симбиотического аппарата нута и, следовательно, урожайность посева.

Обязательным условием для достижения высокой урожайности нута является использование новых улучшенных сортов. Для климатических

условий Саратовского региона хорошо показали свою эффективность сорта Краснокутский 36, Краснокутский 123, Заволжский, Золотой юбилей, Вектор, Бонус, Шарик, Галилео и др.

Поскольку семена нута нуждаются в большом количестве влаги для прорастания, сеять его лучше ранней весной, когда почва еще остается достаточно влажной. На 3-5 дней позже после начала посева ранних зерновых (К.В.Ливанов, 1963; Н.Г.Андреев, 1975; П.П. Вавилов и др., 1986; Г.В. Коренев и др., 1999; Г.С. Посыпанов, 2006).

Посевной материал проходит через сортировку на выравненность, калибровку с целью выделить крупную фракцию и проверку на всхожесть. Подготовка посевного материала нута должна включать в себя протравливание фунгицидами (тирам, фундазол, фенорам) в дозировке 2-3 кг на 1 тонну семян. Обработку необходимо проводить за 2-3 месяца до высаживания.

Незадолго до посева (за 4-6 дней) рекомендуется провести воздушно-тепловой обогрев семян на открытых площадках. Если такой возможности нет, то можно обойтись проветриванием зернохранилища через открытые окна и двери в дневное время. В этом случае срок необходимо увеличить до двух недель.

В случае необходимости внесение удобрений под нут проводят под вспашку и предпосевную культивацию.

Непосредственно в день посева проводят нитрогинизацию семян водным раствором ризоторфина из расчета 3 литра на 1 тонну. Одновременно можно провести обработку микроудобрениями бора или молибдена (по схеме 25 г на центнер семян. Обработанные семена должны быть защищены от попадания прямых солнечных лучей.

Глубина заделки семян нута в грунт обычно составляет около 6-8 см. Для засушливых климатических зон имеет смысл увеличивать ее до 10 см так, чтобы посевной материал оказался во влажном слое почвы.

После посева грунт желательно уплотнить прикатыванием. Особенно важен этот прием в сухую погоду.

Способ посева и нормы высева оказывают серьезное влияние на рост и развитие растений нута.

Для борьбы с сорняками в посевах нута используют до- и послевсходовое боронование. Если до появления всходов на поверхности почвы из-за дождей появляется твердая корка, то для ее разрушения проводят боронование в один-два следа. Чтобы не повредить всходы, проводить эту процедуру лучше за 3-4 дня до появления всходов (К.В. Ливанов, 1963; Н.Г. Андреев, 1975; П.П. Вавилов и др., 1986; Г.В. Коренев и др., 1999).

Послевсходовое боронование для борьбы с прорастающими однолетними сорняками требуется на 5-6 день после появления всходов нута и позволяет уничтожить 60-70% однолетних сорняков. Чтобы избежать повреждения бороной, всходы культуры должны успеть достичь высоты 4-5 см. При высокой густоте травостоя может быть проведено третье боронование через 6-7 дней после второго. Три послевсходовых боронования снижают количество однолетних сорных растений примерно на 80%.

Первую культивацию междурядий проводят через 7 дней после последнего боронования, а следующую – в стадию ветвления. В дождливые сезоны интенсивность роста сорняков возрастает, поэтому в период бутонизации можно провести дополнительную культивацию.

Применение гербицидов на посевах нута показано только сильной засоренности. До появления всходов – прометрин и гезагард-50, а после – гербициды на основе 2-метил-4-хлор-феноксисукусной кислоты из расчета 2-3 кг/га.

Специфическим вредителем нута является минирующая нуттовая муха, которая в засушливые годы может наносить серьезный ущерб урожаю. Вредитель откладывает личинки внутри листьев, вызывая их усыхание и снижение продуктивности растения.

Снизить численность нутовой мухи и хлопковой совки позволяет опрыскивание посевов инсектицидами в начале периода массового цветения растений. Если популяция вредителя не слишком велика, можно ограничиться только обработкой краевых полос посевов, которую повторяют 2-3 раза. Борьба с окуклившимися личинками, обитающими в почве, можно при помощи агротехнических приемов – культивацией междурядий в период вегетации и глубокой вспашкой.

В большинстве случаев уборку нута можно проводить прямым комбайнированием, поскольку для этой культуры характерно дружное созревание и нестрескиваемость бобов. Высота расположения бобов может потребовать переоборудовать жатки на низкий срез. Может наблюдаться повреждение и дробление зерна комбайном. Сократить эти потери можно, если снизить обороты барабана до 400-500 в минуту и увеличить зазор между ним и декой (К.В. Ливанов, 1963; Н.Г. Андреев, 1975; П.П. Вавилов и др., 1986; Г.В. Коренев и др., 1999).

При сильной засоренности посева лучше производить уборку разделным способом, скашивая растения при пожелтении 65-70% бобов.

У перестоявшего нута могут пересыхать плодоножки, чтобы избежать обламывания бобов и дробления зерен, такие посева лучше убирать утром, когда влажность воздуха выше.

Зерно с влажностью более 14 % нуждается в подсушивании в бункерах активного вентилирования. После поступления на мехток зерно проходит очистку и засыпается на хранение насыпью высотой до 2 метров.

### **1.5 Роль способа посева и нормы высева в формировании продуктивности агроценозов нута**

Успешное ведение современного растениеводства в регионе засушливого степного Поволжья требует постоянного совершенствования зональных технологий возделывания полевых культур.

На продуктивность любой сельскохозяйственной культуры большое влияние оказывает грамотное и качественное проведение ее посева – подбор высокоурожайного сорта, высокое качество семян, правильный выбор срока и способа посева, применение оптимальной нормы высева с правильным соблюдением глубины заделки посевного материала. Нарушение норм высева и сроков посева в ту или иную сторону, а также неправильная глубина заделки семян приводят к большим проблемам в дальнейшем развитии растений. И, напротив, своевременный и качественный посев обеспечивает лучшие условия для прорастания семян, появления дружных и полных всходов, создание оптимальной густоты стояния растений и формирование высокопродуктивной фитомассы.

Способ посева и норма высева имеют ведущее значение в комплексе агротехнических приемов возделывания. Только рациональное сочетание оптимальных параметров этих важнейших агроприемов обеспечивает наилучшее размещение растений на единице площади поля, что позволяет наиболее эффективно использовать климатические и агробиологические ресурсы в процессе реализации потенциальной продуктивности посевов.

Серьезное влияние на продуктивность любого полевого агроценоза оказывает и способ посева. Для выбора способа посева и ширины междурядий в первую очередь нужно учитывать морфологию растений. Крупнолистные растения со стелющимися побегами (тыква, дыня, арбуз), а также растения, имеющие большой габитус (кукуруза, подсолнечник, картофель, свекла), высевают и высаживают с междурядьями 70 см и более. Зерновые и зернобобовые культуры, которые в горизонтальной проекции занимают площадь – 15-20 см<sup>2</sup>, можно высевать с междурядьями 15-45 см.

В первую очередь выбранный способ посева (посадки) сельскохозяйственных культур должен обеспечивать максимальную равномерность распределения посевного материала по площади выделенного участка. Ширина междурядий помимо создания необходимого для развития расте-

ний пространства, должна быть достаточной для возделывания культуры механизированным способом. Выбранный способ посева должен также давать возможность соблюсти корректную глубину заделки семян.

По существующему российскому ГОСТу различают два способа посева полевых культур – разбросной и рядовой.

Разбросной способ посева создает наилучшую площадь питания и, в связи с этим, наиболее благоприятные условия для развития каждого растения. Однако применение его пока ограничено из-за несовершенства сеялочных агрегатов, конструкции которых не позволяют равномерно распределять семена по площади поля и глубине посева.

Основным к настоящему времени является рядовой способ посева зернобобовых культур. Сев выполняется отстоящими друг от друга на расстоянии рядами. Способ не требует равномерного распределения посевного материала в рядах.

Для рядового способа существует двенадцать разновидностей, которые различаются как по параметру ширины междурядий, так и по взаиморасположению рядов: 1) сплошной рядовой; 2) перекрестный; 3) узкорядный; 4) перекрестно-диагональный; 5) широкорядный обычный; 6) ленточный; 7) пунктирный; 8) гнездовой; 9) квадратно-гнездовой; 10) ромбический; 11) бороздковый; 12) гребневой.

По зяблевой пахоте наибольшее распространение у сельхозтоваропроизводителей Саратовской области получил сплошной рядовой посев полевых культур дисковыми сеялками СЗ-3,6А, СЗП-3,6А, СЗ-5,4, обязательно оборудованными шлейфами. Прогрессивные способы посева – узкорядный (7,5 см), перекрестный (двойной посев вдоль и поперек), при которых семена наиболее равномерно распределяются по полю, – не только повышают урожайность, но и улучшают качество зерна.

Для нута в производстве наиболее широкое применение получил сплошной рядовой способ посева. При данном способе посева семена раз-

мещают в почве параллельными рядками с междурядьями 15–19 см на глубину 6–8 см. К его недостаткам относится скученность растений в рядке – расстояние между ними не превышает 2 см. При этом способе неравномерно используется пространство – световая площадь и площадь питания в рядках недостаточны, а в широких междурядьях растут сорняки.

При всех способах рядового посева направление рядкам надо давать с юга на север. Этот прием приводит к повышению урожайности на 10–12%. Агротехнический смысл такого расположения рядков заключается в том, что для растений создаются лучшие условия освещенности. В утренние и вечерние часы, когда фотосинтез особенно активен, растения не затеняют друг друга, получая достаточно света. Напротив, в жаркие дневные часы взаимное затенение позволяет посевам меньше страдать от перегрева.

Исследования показывают, что подход к установлению оптимальной нормы высева во многом зависит от морфологии культуры. Очевидно, что главным критерием здесь будут габариты растения в горизонтальной проекции. Если одно растение дыни разрастается на 3,5–4 квадратных метра, то лен-долгунец нуждается всего лишь в 4–6 см<sup>2</sup>. Разница в норме высева для этих культур составляет четыре порядка — 25 млн. экземпляров на 1 га льна против 2500 растений дыни на ту же площадь.

Нормы высева часто варьируются для разных сортов одной культуры даже при возделывании в идентичных условиях. Разница может достигать 1,5–2 раз. Например, для позднеспелых сортов картофеля за норму высева принимают 30–35 тыс. клубней на 1 га, а для скороспелых рекомендуют увеличивать плотность посевов до 65–75 тыс. растений на 1 га.

Таким образом, процесс расчета нормы высева для конкретного сорта на определенном поле нужно начинать с определения ее группы по морфологии и габитусу. На следующем шаге полученный диапазон норм высева необходимо уточнить с учетом сортовых особенностей, выбранного способа посева и целей возделывания культуры. И на последнем этапе в

расчеты вносят корректировку на экологические условия зоны расположения посева.

У нута, по мнению большинства аграрных ученых и агропрактиков, вопрос выбора способа посева и нормы высева также должен рассматриваться в комплексе с другими агробиологическими факторами – во взаимосвязи с сортовыми особенностями, уровнем агротехники, запасами влаги, засоренностью поля, целью выращивания продукции и т.д.

Изучение способов посева и нормы высева до настоящего времени не дало однозначных результатов. Первый цикл исследований в России в 50–60-х годах 20 века дал небольшой объем неоднозначных данных.

Так, Мирошниченко И.И. и Павлова А.М. (1953) в условиях Поволжья установили преимущество нормы высева нута около 0,6 млн. всхожих семян на 1 га (около 150 кг/га). При этом они отмечали, что нут мало реагирует на изменение норм высева семян. К повышенной густоте посевов растения нута адаптируются, уменьшая свое ветвление.

С.П. Кульжинский (1948) установил, что в засушливых районах при широкорядном посеве следует высевать от 80 до 100 кг семян нута на гектар, в более увлажненных районах – до 120 кг на 1 га.

Подгорный П.И. (1963) в зависимости от крупности семян рекомендовал для нута норму высева принимать в диапазоне 0,5–1,1 млн. всхожих семян на 1 га, что в пересчете на массу дает 120–150 кг/га.

Эксперименты с различными нормами высева нута, проведенные на базе Краснокутской селекционной станции, показали положительную корреляцию роста урожайности с плотностью посевов при высадке 80, 90 и 100 кг семян на 1 га (0,4–0,6 млн.). Была получена урожайность соответственно: 4,9; 6,7 и 7,7 ц с 1 га (Ливанов К.В., 1962).

В то же время для черноземной степной зоны Юго-Востока Ливанов К.В. (1963) рекомендовал высевать нут 0,7–0,9 млн. всхожих семян на 1 га при узкорядном и сплошном рядовом способах посева.

Гусева Л.П. (1967) предлагала использовать для посевов нута плотность 0,7 млн./га всхожих семян при узкорядном способе посева.

Второй цикл исследований в конце 20 – начале 21 века дал большой объем, но также очень противоречивых результатов.

По данным Г.С. Посыпанова (2006) в основных степных районах возделывания нашей страны при рядовом способе посева наилучшие результаты были достигнуты при норме высева нута в количестве 0,6–0,8 млн. на 1 га, а при широкорядном посеве с междурядьями 45 см – 0,5–0,7 млн. всхожих семян на 1 гектар.

В исследованиях по сортам нута волгоградской селекции В.В. Балашова (2002, 2009), А.В. Балашова (2011) А.М. Хабарова (2011) было выявлено преимущество рядового способа посева, при котором оптимальная норма высева на степных каштановых почвах составляла 0,4 — 0,6 млн. шт. всхожих семян на 1 га и 0,6–0,75 млн. шт. всхожих семян на 1 га на чернозёмных почвах.

Исследования Г.А. Хасанова (2004) в степном Зауралье Башкортостана показали, что для производства товарного зерна нута рекомендуется норма высева 600 тыс. семян на 1 га в сочетании с рядовым посевом с расстоянием между рядами 15 см. Но для получения высококачественных семян нута такая плотность уже оказалась слишком высокой, поэтому, по мнению ученого, для этих целей оптимальна норма в 400 тыс. семян на 1 гектар. Такое снижение нормы высева позволит увеличить расстояние между рядами до 30 см, что более благоприятно при возделывании нута на семенные цели.

Исследованиями Н.И. Германцевой (2001) установлено, что в условиях Саратовского Заволжья наивысшую урожайность в годы со средним и высоким увлажнением удавалось получить, используя норму высева в 0,6–0,8 млн. всхожих семян на 1 гектар при рядовом способе посева. Однако с изменением погодных условий в сторону уменьшения количества влаги, ситуация менялась

и наиболее результативными оказывались широкорядный или ленточный способ посева в сочетании с уменьшением нормы высева.

Результаты опытов Л.П. Шевцовой (2000) показали, что наивысшую урожайность получают на черезрядных посевах с нормой 0,8 млн. шт./га. Такие данные были получены на южных черноземах центральной правобережной микрзоны Саратовской области. Те же сорта нута вели себя иначе на темно-каштановых почвах центрального Левобережья – при том же способе посева наивысшую урожайность удалось получить при использовании нормы высева в 600 тыс. всхожих семян на 1 га.

Проведенный анализ показывает, что вопрос установления оптимальной нормы высева нута для сухостепных регионов России окончательно не решен. Рекомендации слишком широки – норма высева варьируется при сплошном рядовом способе посева от минимальной в 500 тыс. семян на 1 га до максимальной в 1,3 млн., а при широкорядном – от 200 тыс. всхожих семян на гектар до 0,7 млн. (Балашов В.В., 2002, 2009; Балашов А.В., 2011; Германцева Н.И., 2001; Ледовский Н.В., 2004; Ливанов К.В., 1963; Нечаев А.В., 2007; Хабаров А.М., 2011). Такой разброс практических рекомендаций сельхозтоваропроизводителям недопустим, т.к. в весовом отношении в зоне сухих степей этот показатель будет колебаться от 80 до 300 кг/га, т.е. будет происходить 3-4-х кратный перерасход высококачественных семян.

### **1.6 Научно-практический опыт применения различных удобрений и агрохимикатов при выращивании нута**

Во всех зонах выращивания нут очень отзывчив на применение различных видов удобрений.

*Органические удобрения.* Органические удобрения вносят согласно принятой системе удобрений под предшественника в севообороте.

*Азотные удобрения.* Как и для прочих зернобобовых культур, потребляющих для роста и развития азот воздуха, посевы нута не требуют

внесения азотных удобрений. Напротив их применение может дать отрицательный эффект на урожайность, поскольку вызывает чрезмерный рост вегетативной массы.

Исключением и этого правила могут стать посевы на обедненных азотом почвах. В этом случае минеральные азотные удобрения повышают как общую урожайность семян, так и их питательность по содержанию протеина. Рекомендовано вносить гранулированные азотные удобрения в норме по действующему веществу 30–45 кг на гектар одновременно с семенами. Оптимальный способ внесения – в рядки при помощи комбинированных сеялок.

*Фосфорно-калийные удобрения.* Внесение фосфорно-калийных удобрений играет ключевую роль в повышении урожайности нута. Даже на плодородных, дренированных почвах в хороших условиях влагообеспеченности урожайность семян этой культуры обычно не превышает 2 т/га. Использование фосфорно-калийных удобрений повышает выход семян до 2,5-2,7 т/га. Эти микроэлементы повышают активность симбиотического аппарата растения. Особенно заметно эффект от фосфорно-калийных удобрений проявляется в условиях благоприятной влагообеспеченности и достаточного количества осадков на протяжении стадии формирования и налива семян. В таких условиях урожайность нута может достигать 3 т/га и более. Влагообеспеченность является критичным фактором для получения эффекта от внесения фосфорно-калийных удобрений. В условиях дефицита доступной влаги активность клубеньковых бактерий сильно снижается, и рост урожайности семян нута будет ограничен недостатком симбиотического азота.

Норма внесения удобрений фосфорно-калийной группы должна быть рассчитана с учетом индивидуальных почвенно-климатических условий для каждого посева. Чаще всего оптимальное решение находится в пределах 40–60 кг действующего вещества фосфора и калия на гектар.

Вносить удобрения лучше в осенний период под зяблевую вспашку и в весенний период под культивацию. Рекомендованные пропорции: 50% осенью и 50% весной, либо две трети осенью и оставшееся количество в весенний период (К.В.Ливанов,1963; Н.Г.Андреев,1975; П.П.Вавилов и др.,1986; Г.В. Коренев и др., 1999)

Необходимо отметить, что, несмотря на особую ценность такой зернобобовой культуры, как нут, до настоящего времени не существует детальных исследований по применению минеральных удобрений в степном Поволжье и их эффективности для повышения урожайности. По мнению ученых и практиков, они при существующем уровне продуктивности для данной культуры не нужны (особенно азотные удобрения). Также считается, что степная зона Поволжья крайне неперспективна для применения минеральных удобрений вследствие своих засушливых погодноклиматических условий.

Довольно высокоэффективна обработка семян зернобобовых культур ризоторфином. (Шьюрова Н.А., 2003).

В 2003 году опубликованы результаты исследований по чине посевной. Опыты проводились на черноземных почвах степной зоны Поволжья. На инокулированных посевах чины симбиотические процессы были замечены уже на 3–4 день после появления всходов, когда на корнях растения появляются клубеньки с азотфиксирующими бактериями. Наблюдения за деятельностью и состоянием живых клубеньков проводились по истечении 15–18 дней после образования полных всходов. Исследователи оценивали их размер, состояние поверхности, а также наличие розовой или красной окраски. Последняя появляется благодаря содержанию леггемоглобина (Л.П. Шевцова, Е.В. Радченко, 2003).

Для оценки азотфиксирующей деятельности исследователями было введено понятие симбиотического потенциала, которое учитывает одновременно и количественный показатель массы клубеньков, и продолжи-

тельность периода ее активного функционирования. Исчисляется симбиотический потенциал как произведение массы клубеньковой ткани в килограммах на гектар на время в сутках.

При этом необходимо различать общий симбиотический потенциал (ОСП) и активный симбиотический потенциал (АСП).

Показатель ОСП учитывает уровень общей массы клубеньковой ткани и длительность всего периода ее жизни, а АСП рассчитывается, исходя из количества активно функционирующих клубеньков, содержащих леггемоглобин, и длительности периода, в который они осуществляют азотфиксацию. (Посыпанов Г.С., 1993).

Исследования доказали, что предпосевное внесение фосфорно-калийных удобрений с обработкой семян ризоторфином приводило к тому, что симбиотические клубеньки имели большие размеры и более высокую активность.

Аналогичные исследования были проведены в условиях лесостепной зоны в республике Северная Осетия-Алания на базе культуры гороха. Опыты на совместное применение ризоторфина штамма 2636 и биопрепарата штамма 17-1 показывали тенденцию к увеличению массы клубеньковой ткани на корнях растений. При этом накопление азота в почве за вегетацию увеличивалось на 4,1–16,3 кг на гектар. Опыты с внесением минеральных удобрений привели к уменьшению по сравнению с контролем как количества клубеньков, так и их общей массы. (М.Т. Карсаков, 2009).

Исследования по обработке ризоторфином посевного материала нута также наблюдали заметный прирост корневой системы растений и общего симбиотического потенциала. Благодаря этому также повышалось качество урожая по показателям содержания протеина и аминокислот.

Большой интерес также представляет биопрепарат экстрасол. Препарат содержит чистую бактериальную культуру, которая при обработке заселяет поверхность посевного материала. Впоследствии,

попадая с семенами в почву, микроорганизмы активно размножаются в ризосфере растения. В процессе своей жизнедеятельности бактерии выделяют специфические ферменты, а также минеральные и органические кислоты. Под действием этих веществ химические соединения, ранее недоступные для усваивания корневой системе растения, превращаются в питательный материал.

Современные научные исследования доказывают влияние экстрасола на повышение всхожести семян, увеличение энергии прорастания и общее повышение продуктивности растений (Кошелева А.Б., 2008). Исследования инокуляций посевного материала препаратом экстрасола на яровой пшенице показали рост урожайности на 17% (Чеботарь В.К., Казаков А.Е., Кипрушкина Е.И., 2001). Особо нужно отметить потенциал ассоциативной азотфиксации от инокуляции экстрасолом. По данным М.М. Умарова, за счет применения этого биопрепарата, растения могли удовлетворить 10–30% потребности в азоте за вегетацию. У эффективных ассоциаций этот показатель составил более 50% (Умаров М.М., 1986). Однако в целом влияние экстрасола на зернобобовые культуры еще недостаточно изучено.

Зарубежные исследователи также неоднократно отмечали положительное действие инокуляции ризосферы бактериальной микрофлорой. В научных работах М.С. Dravicl, N.N. Goswami, M.V. Kamath (1985) обработка посевного материала яровой пшеницы биопрепаратами приводила к повышению урожайности на 37%.

На рубеже XXI века среди растениеводов возрос интерес к регуляторам роста. Описание применения препаратов этой группы совместно с бактериальными удобрениями мы находим в работах Н.М. Фомина (2000), Л.В. Карповой и Е.В. Заинчиковской (2007), где исследователи доказывают их высокую эффективность. Такое внимание к биоактивным веществам вполне объяснимо с точки зрения экономики. Высокие цены на минеральные удобрения зачастую делают их применение

нерентабельным. Это вынуждает сельхозпроизводителей искать альтернативные пути повышения урожайности. И здесь на помощь пришли новые биоактивные препараты. Их применение не влечет значительного увеличения финансовых затрат, а эффективность современных стимуляторов роста заметно выше по сравнению с препаратами предыдущих поколений.

На сегодняшний день на российском рынке фигурируют более 150 препаратов этой группы. И если разработки середины XX века включали в себя лишь экстракты гуминовых соединений (кислотные, щелочные, аммиачные и др.), то современные препараты содержат янтарную кислоту или различный набор микроэлементов (Куковский С.А., 2016).

В настоящее время на рынке рекомендуемых препаратов большой интерес у сельхозтоваропроизводителей вызывают как уже проверенные регуляторы роста – Альбит, Крезацин, Циркон, Эпин-экстра, так и новые – Мивал-Агро, Вигор форте, Силиплант, Экофус и др.

Регулятор Вигор форте содержит в своем составе крезацин – аналог растительного фитогормона ауксина. Он выполняет функции антиоксиданта и мощного антистрессанта, благодаря чему существенно сокращает период адаптации растения к воздействию неблагоприятных природных и техногенных факторов.

Вигор форте применяется совместно с фунгицидами при предпосевной обработке семян либо в сочетании с плановыми некорневыми обработками. При длительном воздействии неблагоприятных факторов применяется отдельно для экстренного устранения последствий стресса. Использование Вигор форте способствует лучшему усвоению удобрений, поступающих через корневое питание.

Мивал-Агро – это биостимулятор роста на основе кремнийсодержащего соединения мивал с добавлением крезацина. Этот препарат также, как и предыдущий, выполняет роль адаптогена: повышает

устойчивость к изменениям факторов окружающей среды и экстремальным погодным условиям, в том числе оказывает криопротекционный эффект. Разработка действующего вещества – мивал – была удостоена Государственной Премии Правительства Российской Федерации.

Мивал оказывает комплексное влияние на биохимию растения. Улучшает окислительно-восстановительные процессы в клетках растения, кислородный обмен и в целом влияет на интенсивность дыхания.

Применение регулятора Мивал-Агро стимулирует обменные процессы, благодаря чему клетки растительного организма получают больше активных органических веществ, в том числе ускоряются процессы синтеза протеинов. Интенсифицируется рост всех тканей растения, включая корнеобразование.

Сочетание мивала и крезацина дает синергический эффект. Препарат Мивал-Агро неоднократно проходил полевые и лабораторные испытания, экологически безопасен, и по результатам внедрения дает в среднем прибавку урожайности на 12-25 %.

Уникальный механизм действия препарата основан на том, что, хотя кремний и является самым распространенным химическим элементом в составе почвы (33%), доступных для усвоения растениями соединений кремния встречается не так много. Применение биостимулятора Мивал-Агро восполняет запасы доступных кремнийсодержащих соединений, компенсируя вынос этого микроэлемента из почвы с урожаем.

Другой популярный ростостимулятор – Эпин. Действующим веществом является эпинбрасинолид – синтетический аналог фитогормона цитокининовой природы, который полностью соответствует природному. Препарат зарекомендовал себя как антистрессант, стимулятор иммунитета, белкового синтеза и ферментативных реакций. (Яковлев А.Ф., 1999; Немченко В.В., 2001). Исследование действия Эпина О.В. Столяровым (2001) на посевах сои показало, что обработка семян этим

биостимулятором позволила повысить урожайность на 17 % по сравнению с контрольным посевом. При этом наблюдалось повышение качества урожая (возросло содержание белка и жира).

Существенным росторегулирующим эффектом обладает и жидкий препарат Силиплант. Это хелатное микроудобрение с высоким содержанием соединений кремния, калия, железа, магния, марганца, меди, кобальта, цинка и бора в доступной для растений форме.

Удобрение хорошо зарекомендовало себя как для подкормки растений в период вегетации, так и для обработки семян перед посевом. Подкормка ускоряет процессы прорастания семян и роста всходов, а также выступает в роли адаптогена и делает растения более устойчивыми к неблагоприятным и экстремальным погодным условиям. Обработка Силиплантом также оказывает положительное влияние на устойчивость к таким болезням, как фитофтороз, мучнистая роса и парша.

Силиплант выпускается в четырех вариантах, которые отличаются по содержанию кремния: от 13 до 21 мг/л. Это позволяет выбрать оптимальный состав для конкретной культуры.

Известно, что разные растения имеют разную потребность в соединениях кремния. Еще В.И. Вернадский (1938) разделил все живые организмы на три группы:

- кремниевые организмы (имеющие 10% и более Si в составе тканей),
- богатые кремнием (содержание кремния 1–2%),
- обычные (0,1–0,001% Si).

Среди растений встречаются представители всех трех групп. Содержание этого микроэлемента в растительных организмах варьируется от 0,02% до 15%. В листьях растений с высоким содержанием кремния его концентрация может достигать 1,96–2,4%, а в листьях растений с низкой потребностью в этом микроэлементе – не превышает четверти процента.

В последние годы проводится много исследований по влиянию регуляторов роста. Результаты показывают их высокую эффективность в повышении адаптивности сельскохозяйственных культур к экстремальным природным и антропогенным условиям.

Установлено, что под их действием улучшаются биохимические и физиологические процессы в протоплазме растений, повышается их устойчивость к изменяющимся условиям окружающей среды, увеличивается продуктивность агроценозов. При этом анализ имеющегося научно-практического материала показывает значительную специфичность влияния конкретных регуляторов роста на полевые культуры и особенности их действия в различных природных зонах.

Так, в исследованиях И.Г. Камышанова (2007) обработка семян ярового ячменя регулятором роста Мивал повысила на каштановых почвах Волгоградской области урожайность культуры на 19,6–23,6% с параллельным улучшением пивоваренных качеств выращенного зерна.

А.А. Матсаканян (2016) в своих опытах на выщелочных черноземах Краснодарского края на посевах озимой пшеницы наиболее эффективным регулятором роста признал Вигор форте.

По данным исследований С.А. Чепец (2015) наибольшее влияние на урожайность подсолнечника сорта СПК по интенсивной технологии возделывания оказали препарат Мивал Агро – прибавка составила 0,44 т/га и Вигор форте -- 0,34 т/га

В.Г. Васин (2014) рекомендует препарат Мивал-Агро в качестве биостимулятора для сортов нута, культивируемых в лесостепной зоне Среднего Поволжья. Обработка препаратом увеличивала симбиотический потенциал растений и способствовала его наиболее полной реализации.

Опыты М.А. Догадиной (2008) по оценке влияния препарата Мивал- Агро на рост и развитие зерновых культур показали увеличение урожайности на 1–1,5% и повышение коэффициента гидратации на 1–2 %.

Хорошие результаты показал регулятор Альбит на яровом ячмене в Мордовии (Н.В. Смолин, В.В. Лапина, А.С. Савельев, 2007).

Производителями биорегуляторы роста рекомендуются как для предпосевной обработки, так и для применения в период вегетации. Однако результаты по многократному применению подобных препаратов во время вегетации достаточно противоречивы и нуждаются в дополнительном исследовании. В том числе можно отметить и нехватку научных исследований регуляторов роста на различных культурах по региону степного Поволжья.

В исследованиях А.А. Серебрякова (2015) по культуре озимой пшеницы на светло-каштановых почвах Волгоградской области наилучшие результаты давала 3-кратная обработка регуляторами роста: обработка семян, опрыскивание в фазу кущения и третья обработка в фазу налива зерна. В роли биостимуляторов для опытов были выбраны препараты Альбит и Силиплант.

На каштановых почвах Саратовского Левобережья наилучшие результаты при выращивании яровой пшеницы были при 2-кратном использовании препарата Альбит. Его также применяли для первичной обработки посевного материала и второй раз – в начале фазы трубкования. Такая схема использования регуляторов роста давала максимальный прирост урожайности и улучшение качества зерна (С.А. Куковский, 2016).

Наиболее эффективным при выращивании озимой пшеницы на черноземе обыкновенном в климатических условиях Западного Предкавказья оказалось 3-кратное применение регулятора роста Мелафена. В опытах А.А. Коршунова (2015) использовалась схема, включающая обработку посевного материала и затем два опрыскивания в фазы кущения и колошения.

Выполняя функцию адаптогена и антистрессанта, биостимуляторы роста могут использоваться для повышения устойчивости растений при

обработке посевов гербицидами, по этой причине их рекомендуют включать в баковые смеси.

Так, С.А. Кшникаткин, П.Г. Аленин (2014) на основании проведенных исследований в лесостепном Поволжье рекомендуют послеуборочную обработку посевов овса проводить гербицидами, обязательно добавляя в раствор регулятор роста Альбит.

В.В. Гудимо (2013) в своих исследованиях выявил высокую эффективность применения гербицида Корсар совместно с регулятором роста Силиплант при выращивании клевера панноскокого.

В своих исследованиях на голозерном ячмене М.И. Юров (2013) установил, что его продуктивность наиболее заметно повышает обработка баковой смесью гербицида Балерина с добавлением препарата Альбит.

Уже имеющийся небольшой объем научных изысканий показывает, что наиболее надежный эффект дает применение регуляторов роста растений совместно через почвенное внесение, обработку семян перед посевом и опрыскивание растений в течение вегетации.

Это гарантированно приводит к повышению урожайности, положительно воздействуя на растения на всех стадиях из роста и развития, начиная с прорастания семян и роста всходов и заканчивая стрессоустойчивостью взрослого растения к факторам окружающей среды.

Посевы лучше сопротивляются болезням, переносят заморозки, засушливые периоды и периоды неблагоприятно повышенной влажности.

Препараты регуляторов роста вызывают активное развитие корневой системы и повышают ее способность к потреблению питательных веществ и микроэлементов, благодаря чему наблюдается не только количественный рост продуктивности посевов, но и качественное улучшение получаемой продукции (Шевцова Л.П., 2012; Куковский С.А., 2016).

На практике сельхозпроизводители используют не только регуляторы роста, но и другие препараты, которые имеют рост регулирующий эффект

на рост и развитие растений. В первую очередь среди препаратов этой группы мы можем отметить гуминовые препараты. Эффект от применения гуминовых кислот наблюдается на клеточном уровне и заключается в интенсификации физиологических процессов и биохимии растительного организма. Препараты содержат активные формы гуминовых кислот в виде гуматов – легкорастворимых солей щелочных металлов. В современном отечественном растениеводстве используются гуматы натрия и гуматы калия. Подкормка гуматами стимулирует фотосинтез, а также процессы синтеза белков и дыхания вследствие улучшения проницаемости клеточных мембран и повышения ферментной активности. Максимально эффект от применения гуматов становится ощутим в борьбе с последствиями неблагоприятных климатических факторов: воздействия низких температур и недостатка влаги.

Препараты данной группы также способствуют повышению устойчивости к болезням растений, а также уменьшают стрессовые последствия от обработки посевов культуры пестицидами.

В целом можно утверждать, что применение препаратов этой группы приводит к повышению урожайности (В.Б. Щукин, 2003; Пронько В.В., Корсаков К.В., 2010).

Эти удобрительные препараты в мировой практике признаны в числе самых перспективных способов быстрого восполнения недостатка питательных веществ у сельскохозяйственных культур в любые периоды роста.

Микроэлементы в форме хелатов, которым обогащены препараты этой категории, являются оптимальными для питания растений.

Научные исследования подтверждают их положительное влияние как на отдельные элементы продуктивности и общую величину урожайности, так и на качество растениеводческой продукции после внедрения обработок биостимуляторами.

Получить больший эффект от стимуляторов роста можно если дополнительно к предпосевной обработке семян добавить опрыскивание посевов в фазу 2-3 листьев совместно в баковой смеси (О.С. Безуглова, 2000; В.Б. Щукин, 2003; Р.А. Акбиров, 2006; Корсаков К.В., 2009).

Изучение этих новых гуминовых препаратов в ряде регионов России также показало их высокую эффективность в применении на культурах ячменя, яровой и озимой пшениц. Научные исследования с изучением положительного эффекта от гуминовых удобрений проводились в Волгоградской области на ячмене (Пушкин А.С., 2005), в Оренбургской (Лухменев В.П., 2007) и Курской областях — на яровой пшенице (Шамардина Ю.А., 2006) и в Саратовской области на посевах озимой пшеницы.

В отечественном научном растениеводстве вопрос применения препаратов защитно-стимулирующего действия активно начал разрабатываться уже в 90-х годах прошлого века и были представлены положительные результаты (Тютерев, 1980-2004; Путинцев, 1996; Пивень, 1999; Зазимко, 2002, 2004).

К настоящему времени накоплен достаточно большой фактический материал, который позволяет выдвинуть предположение, что введение обработок стимуляторами роста в агротехнологию возделывания зернобобовых - это перспективный и экологичный путь формирования высокоурожайных агроценозов с более высокой экономической эффективностью.

Относительно изучаемого нами вопроса необходимо отметить, что в имеющейся научной и практической литературе нами не обнаружено данных об эффективности совместного применения регуляторов роста растений и различных видов минеральных удобрений.

Для сельхозпроизводителей привлекательность регуляторов роста объясняется высокой эффективностью их использования практически во

всех видах технологий. В этой связи в регионе засушливого степного Поволжья, где уровень продуктивности сельскохозяйственных культур невысок, регуляторы роста при не высокой стоимости их применения должны широко использоваться в занимающих все большие площади ресурсосберегающих технологиях возделывания полевых культур (Жученко, А.А., 1996; Корчагин В.А., 1997; Шабаетв А.И., Курдюков Ю.Ф., Жолинский Н.М., Азизов З.М., 2004; Нарушев В.Б., 2013, 2014; Дружкин, А.Ф., Беляева, А.А., 2013; Денисов Е.П., Полетаев И.С., Лаперье Э.А., 2015).

Однако проведенный нами анализ имеющихся научных и практических данных показал, что применение регуляторов роста при выращивании нута в условиях засушливой степной зоны Поволжья до настоящего времени практически не изучено. В связи с вышесказанным нами было принято решение провести полевые исследования данного вопроса в Правобережье Саратовской области.

## **2 ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЗОНЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Исследования по совершенствованию приемов адаптивной технологии возделывания нута выполнялись на опытном поле Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова (ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова), которое находится в Саратовском районе Саратовской области и территориально расположено в степной зоне Поволжья.

### **2.1 Климатические условия зоны исследований**

Пищевой и водный режимы почвы во многом зависят от количества осадков, периодичности их выпадения, а также характера атмосферных условий – температуры и относительной влажности воздуха. Поэтому зональные почвенно-климатические условия являются важнейшими факторами, влияющими на эффективность агротехнических приемов.

Место проведения исследований расположено в Саратовской области в юго-восточной части Правобережья реки Волги. Местные климатические условия можно описать как умеренно-континентальные, засушливые. Пиковые значения среднемесячных температур воздуха приходятся на январь ( $-3,0^{\circ}\text{C}$ ) и июль ( $+21,5^{\circ}\text{C}$ ). Средняя годовая температура этого района  $+5,1^{\circ}\text{C}$ .

Абсолютный температурный минимум наблюдается в январе – до  $-38^{\circ}\text{C}$ , а максимум в середине лета в июле – до  $+39^{\circ}\text{C}$ . В целом, климат зоны расположения опытного поля характеризуется неустойчивостью температур.

Вегетационный период полевых культур, т.е. количество дней со среднесуточной температурой воздуха выше  $+10^{\circ}\text{C}$ . составляет 156 дней. Сумма активных температур за этот период составляет  $2680^{\circ}\text{C}$ .

Среднемноголетнее количество осадков, выпадающих в зоне исследований, составляет 451 мм за год. Но при этом отмечается нестабильность их выпадения. В особо засушливые годы количество осадков может быть менее 330 мм, в самые дождливые – более 650 мм.

За теплый период года с апреля по октябрь выпадает в среднем 250-300 мм осадков, за холодный период – 150-200 мм.

Местный климат можно классифицировать как умеренно-засушливый, поэтому, как правило, влага – это основной лимитирующий фактор успешного земледелия в данной зоне. Испарение преобладает над осадками: гидротермический коэффициент в зоне опытов составляет 0,7-0,8.

Из-за нестабильности осадков потенциальная опасность засух в этой местности существует практически постоянно. Часто в течение месяца и более в период вегетации не бывает дождя, а иногда за сутки выпадает больше месячной нормы осадков.

Многолетние наблюдения за погодой показали, что засушливый весенне-летний период имеют примерно 35-38% лет.

В декабре-феврале относительная влажность воздуха находится в пределах 80-85% и может достигать до 91%, а в июле-августе она опускается до минимума – 54-56%. Характерной особенностью зоны проведения опыта являются суховеи, под действием которых испарение почвенной влаги резко возрастает. Это погодное явление наблюдается особенно часто в мае и июле, в среднем 22-24 дня в год. Относительная влажность воздуха под действием этих горячих ветров может снижаться до 36%. Суховеи приводят к нарушению теплового и водного баланса растений и губительно сказываются на посевах.

Смена сезона от зимы к весне происходит довольно быстро, с бурным таянием снегового покрова и резким нарастанием температуры воздуха. Несмотря на то, что снежный покров в конце февраля, как правило, превышает 55-60 см, но в отдельные годы он бывает меньше – 30-40 см. В

большинстве лет к середине апреля снег с полей полностью сходит. Полное оттаивание профиля почвы происходит к середине апреля. К обработке и посеву почва в среднем готова к 30 апреля. Иногда оттаивание может наступить на 14-16 дней позже или раньше, а физическая спелость – на 8-10.

Как правило, к началу весенне-полевых работ в метровом слое почвы накапливается большой запас влаги – до 175-180 мм, но этого все же недостаточно для обеспечения сельскохозяйственных культур в течение всей вегетации. Хотя за вегетационный период в среднем и выпадает до 220-230 мм осадков, часто сельскохозяйственные растения страдают от дефицита влаги в самые критические периоды своей вегетации. Это происходит вследствие неравномерности выпадения осадков. Нередко летние осадки носят ливневый характер, вода просто не успевает впитываться почвой и стекает с поверхности. К тому же высокие температуры воздуха приводят к быстрому испарению влаги с поверхности и из верхнего слоя почвы.

Заморозки осенью начинаются в конце сентября, весной заканчиваются в начале мая, хотя бывает возврат заморозков в конце мая и начале июня. Весенний переход среднесуточных температур воздуха через 0°C происходит в районе 2-5 апреля, осенний – в 4-6 числах ноября. Температурную отметку в +5 °C атмосферный воздух в этой местности преодолевает 16 апреля и 21 октября соответственно. Период вегетации озимых культур в среднем составляет 182-185 дней.

Фотосинтетическая продуктивность полевых растений напрямую зависит от поступления солнечной энергии на открытую земную поверхность.

Зона исследований не испытывает недостатка в солнечной радиации. В среднем за теплый период года на каждый квадратный сантиметр приходится 356 кДж солнечной энергии, которая подходит растениям для фото-

синтеза. Пик поступления фотосинтетической активной радиации выпадает на май месяц (66,9 кДж/см<sup>2</sup>).

Согласно расчетам Ю.П. Ковырялова (1986) для получения продуктивности по зерну в 5-6 т/га хватит 2% от количества фотосинтетической активной радиации, доступной растениям в данной местности.

Проведенный анализ накопленных климатических данных по зоне степей Саратовского Правобережья позволяет сделать вывод, что природные условия зоны благоприятны для изучаемой культуры нута. Определяющей особенностью климата можно считать нерегулярность и недостаточность осадков весной и летом, которые осложняются повышенными температурами и низкой относительной атмосферной влажностью.

При таких климатических условиях возможно выращивание практически всех полевых культур. И только для возделывания позднеспелых сортов и гибридов сорго и кукурузы местные условия могут считаться существенно неблагоприятными.

## **2.2 Характеристика плодородия почвы зоны проведения исследований**

Процесс почвообразования в зоне проведения опытов протекает по степному типу с образованием черноземов, что характерно для степной зоны Правобережья Саратовской области.

Почвенный покров района проведения наших исследований представлен черноземом южным со среднесуглинистым гранулометрическим составом, содержащим 3,5-4,0% гумуса в пахотном горизонте. Содержание гумуса по почвенному профилю уменьшается (Бунтяков С.И., Узун В.Ф., 1966). Качественный состав гумуса благоприятный – отношение ТК:ФК выше 1. Реакция верхней части профиля нейтральна –  $\text{pH}_{\text{вод}}$  – 6,7-7,2 и с глубиной переходит в слабощелочную – 7,3-7,5.

Насыщенность почвы основаниями высокая, с преобладанием катионов кальция. Показатель суммы поглощенных оснований находится в диапазоне от 34,52 до 36,12 мг-экв. на 100 г почвы.

Для района проведения исследований обеспеченность пахотного слоя чернозема южного доступными формами элементов питания следующая: нитратным азотом – низкая и средняя (30-70 мг/кг), подвижным фосфором – низкая и средняя (18-30 мг/кг), обменным калием – высокая (240-350 мг/кг). Необходимо констатировать, что вследствие длительного возделывания сельскохозяйственных культур с почти полным изъятием с поля надземной растительной массы, отсутствием или внесением незначительных доз удобрений, особенно органических, произошло уменьшение общего количества гумуса и всех доступных форм азота в почве.

Гранулометрический состав однороден по профилю. Верхняя часть горизонта почвы имеет зернистую и комковато-зернистую структуру. Плотность сложения пахотного горизонта составляет 1,20-1,30 г/см<sup>3</sup>.

По общей агропроизводственной характеристике чернозем южный в районе проведения исследований обладает хорошим плодородием. Характеристики почвы подходят для всех зональных сельскохозяйственных культур. При надлежащей агротехнике почвенные условия благоприятны для получения хороших урожаев нута.

### **2.3 Особенности погодных условий в годы проведения полевых исследований**

Погодные условия вегетационных периодов нута 2011-2016 годов отличались большим разнообразием, что подтверждает континентальность климата района проведения исследований.

Погодные условия начала вегетации в 2011 году можно описать как теплые и сухие. В апреле осадки составили только 70 % от среднемного-

летней нормы (17,0 мм). Температура в этом месяце, напротив, на 0,6°C превысила норму (таблица 1).

Условия весны были благоприятны как для озимых, так и для яровых культур. Теплая погода и большой запас продуктивной влаги в почве способствовали дружным всходам у яровых, а на посевах озимых в апреле 2011 года фиксировалось интенсивное отрастание.

Таблица 1 – Погодные условия вегетации нута в 2011-2016 гг. по данным метеостанции Саратов (НИИСХ Юго-Востока)

Показатели	Месяцы				
	апрель	май	июнь	июль	август
Температура воздуха, °С					
Среднегодовое	6,2	15,9	20,4	23,0	21,3
2011 год	6,8	17,1	19,5	26,2	21,7
Отклонение	+0,6	+1,2	-0,9	+3,2	+0,4
2012 год	13,6	19,3	23,0	23,9	22,2
Отклонение	+7,4	+3,4	+2,6	+0,9	+0,9
2013 год	9,7	18,4	20,1	20,5	20,5
Отклонение	+3,5	+2,5	-0,3	-2,5	-0,8
2014 год	7,4	18,9	19,1	22,2	23,0
Отклонение	+1,2	+3,0	-1,3	-0,8	+1,7
2015 год	8,1	17,1	23,8	21,9	20,3
Отклонение	+1,9	+1,2	+3,4	-1,1	-1,0
2016 год	10,4	15,7	20,7	23,7	25,1
Отклонение	+4,2	-0,2	+0,3	+0,7	+3,8
Осадки, мм					
Среднегодовое	24	37	50	45	38
2011 год	17,0	12,3	62,7	4,9	18,9
Отклонение	-7,0	-24,7	+12,7	-40,1	-19,1
2012 год	17,0	6,0	46,7	27,2	94,8

Отклонение	-7,0	-31,0	-3,3	-17,8	+56,8
2013 год	30,8	44,0	141,0	37,2	11,1
Отклонение	+6,8	+7,0	+91,0	-7,8	-26,9
2014 год	34,7	17,2	73,5	13,9	34,3
Отклонение	+10,7	-19,8	+23,5	-31,1	-3,7
2015 год	46,3	60,1	56,0	39,8	15,7
Отклонение	+12,3	+23,1	+6,0	-5,2	-22,3
2016 год	44,4	80,7	14,5	23,0	13,0
Отклонение	+20,4	+43,7	-35,5	-22,0	-25,0
Относительная влажность воздуха, %					
Среднемноголетнее	67	60	61	60	60
2011 год	61	50	61	48	48
Отклонение	-6	-10	норма	-12	-12
2012 год	63	45	52	51	59
Отклонение	-4	-15	-9	-9	-1
2013 год	58	49	59	59	57
Отклонение	-9	-11	-2	-1	-3
2014 год	52	50	54	47	55
Отклонение	-15	-10	-7	-13	-5
2015 год	58	55	49	57	54
Отклонение	-9	-5	-12	-3	-5
2016 год	65	70	59	58	53
Отклонение	-2	+10	-2	-2	-7

Май сохранил погодную тенденцию апреля. Температура воздуха была выше среднемноголетней на 1,2 °С, а количество осадков составило только 33% от среднемноголетней нормы (12,3 мм).

Июнь сгладил последствия засушливого мая. В этом месяце зафиксировано 62,7 мм осадков (на 25,4 % выше нормы). По температуре воздуха июнь 211 года был близок среднемуголетнему значению (19,5°С против 20,4°С среднемуголетней нормы). Теплый и влажный период в начале лета положительно повлиял на потенциал урожайности нута.

Напротив, июль 2011 года был жарким и самым засушливым за все годы исследований. Выпало только 4,9 мм осадков, что составило чуть больше 10% от среднемуголетнего значения. Температура воздуха превышала среднюю многолетнюю величину на 3,2°С.

В августе температура воздуха была близка к среднемуголетним показателям (выше на 0,4 °С), а осадков выпало только 50% от нормы (18,9 мм).

За вегетацию нута в 2011 году гидротермический коэффициент составил 0,80, т.е. год был средне засушливый. Пережить засушливые месяцы посевам помогли июньские осадки, которые создали достаточный запас влаги в почве, а жаркая погода в июле и августе в целом благоприятна для нута.

Апрель 2012 года был самым жарким за весь пятилетний период исследований. Температура воздуха превысила среднюю многолетнюю величину на 7,4°С, тогда как осадков выпало только 70 % от нормы. Значительные запасы доступной почвенной влаги в сочетании с такой теплой погодой в период начала вегетации стимулировали дружное появление всходов нута и других яровых культур.

Жаркая погода в мае 2012 года сочеталась с дефицитом осадков – их выпало только 16,2% от нормы (6 мм). Средняя температура в этом месяце составила 19,3 °С, что на 3,4°С выше многолетних показателей.

Июнь по сравнению с предыдущими месяцами был более влажным. Средняя температура была на 2,6°С выше многолетних показателей

(23,0°C), а количество осадков практически соответствовало: 46,7 мм при среднемноголетнем значении для июня в 50 мм.

Средняя температура воздуха в июле была близка к среднемноголетней величине – 23,9°C (на 4% выше). В дневные часы зафиксирован пик подъема температуры до +42°C. Количество осадков составило только 60% от нормы (27,2 мм). Как и в предыдущем году, на фазы формирования и налива зерна нута пришелся засушливый и жаркий период. Поскольку запасы доступной влаги в почве к июлю были уже сильно истощены, засуха сказалась на продуктивности растений.

Большое количество осадков выпало в следующем месяце (94,8 мм). Этот показатель в 2,5 раза превысил среднемноголетнюю норму для августа. Однако практически все они выпали в третьей декаде месяца и были уже бесполезны для формирования урожайности.

Таким образом, в целом погодные условия периода вегетации нута в 2012 году можно охарактеризовать как не самые благоприятные. Гидротермический коэффициент года составил 0,70. Критическим фактором для урожайности посевов нута стала засуха на стадиях формирования и налива зерна.

Погодные условия весенних месяцев 2013 года можно описать как достаточно благоприятные. Среднемесячная температура воздуха в апреле была выше многолетнего значения на 3,5°C, а осадков выпало на 6,8 мм больше (на 28% выше нормы). В третьей декаде апреля температура достигла оптимального значения +12°C. В целом апрель 2013 года оказался очень благоприятен для яровых – тепло и запасы продуктивной влаги в верхнем посевном слое почвы обеспечили хорошие условия для прорастания семян и появления всходов нута.

Май 2013 года был средневлажным и жарким. Температура и количество осадков второй месяц подряд были выше нормы: 44 мм осадков и +18,4°C, что на 7 мм и 2,5°C соответственно превысило многолетние значения.

В июне температура была близка к средней многолетней ( +20,1°C при норме +20,4°C), а количество осадков можно назвать рекордным для этого месяца за весь период проведения испытаний. Зафиксированная сумма осадков в 141 мм составила 282% к норме.

Июль был прохладнее, чем в предыдущие годы – средняя температура воздуха составила +20,5°C, что было на 2,5°C ниже многолетней величины. Осадков выпало 37,2 мм – 83 % от среднего многолетнего значения для данной местности.

В августе была умеренная температура: +20,5°C при норме 21,3°C. За месяц выпало 11,1 мм осадков, что составило около 30% от среднемноголетней нормативной величины.

Гидротермический коэффициент за вегетацию нута в 2013 году был близок к 1,00. Таким образом, для возделывания культуры нута погодные условия 2013 года можно признать благоприятными.

Начало вегетации нута в 2014 году пришлось на благоприятный, теплый период с достаточной увлажненностью. Осадки в апреле превысили многолетнюю норму на 45% (34,7 мм осадков). Среднемесячная температура также была выше многолетнего показателя на +1,2°C и составила +7,4°C. В третьей декаде апреля среднесуточная температура воздуха превысила +10°C. В сочетании с достаточным запасом влаги в верхнем слое почвы это поспособствовало интенсивным всходам нута и их успешному развитию на начальных стадиях.

Следующий месяц вегетации 2014 года можно охарактеризовать как средневлажный. Атмосферных осадков в мае выпало только 47% от среднемноголетней нормы, а среднемесячная температура превысила +18,9 °C (на 3,0°C выше многолетней нормативной величины).

Недостаток осадков в мае был компенсирован июнем – выпало 73,5 мм осадков (на 47% выше нормы). Поэтому июнь был влажным и теплым:

средняя температура в этом месяце приближалась среднемноголетней норме и составила +19,1°C.

Следующий месяц также был теплым. Хотя в отдельные дни в дневные часы и были зафиксированы температурные пики до +40,0°C, среднемесячная температура июля была даже немного ниже среднемноголетней и составила +22,2°C. По количеству осадков июль 2014 года был засушливым: выпало всего 13,9 мм осадков, что составило только 31% от многолетнего уровня. Дефицит влаги в самый жаркий месяц вегетации оказал заметное отрицательное влияние на рост зеленой массы нута, развитие и функционирование листовой поверхности растений, а также негативно сказался на их продуктивности, затронув фазы цветения, формирования и налива зерна.

Осадки в августе были достаточными (34,3 мм – на 10% ниже нормы), однако основная их часть пришлась на третью декаду, когда они уже не могли повлиять на урожай нута.

Таким образом, для посевов нута погодные условия 2014 года можно признать не слишком благоприятными. Гидротермический коэффициент составил 0,78, что характеризует условия года как средне засушливые.

Начало вегетации нута 2015 года характеризовалось как теплый и очень влажный период. Количество атмосферных осадков в апреле (46,3 мм) почти в два раза превысило многолетнюю норму (на 93 % выше). Температура также была выше и составила 8,1°C (на 1,9°C выше нормы). Это сочетание погодных факторов в совокупности с высокими запасами продуктивной влаги в почве было благоприятно для интенсивных всходов нута и развития растений на начальных стадиях.

В мае 2015 года, также как и в апреле, наблюдалось превышение количества осадков относительно среднемноголетней нормы (на 62%). За месяц их сумма достигла 60,1 мм. Этот месяц также был довольно теплым –

средняя температура достигла  $+11,1^{\circ}\text{C}$  (на  $1,2^{\circ}\text{C}$  выше многолетнего значения).

Июнь 2015 года при достаточной влажности оказался, тем не менее, очень жарким. В отдельные дни месяца температура достигала  $+40,0^{\circ}\text{C}$ , а среднемесячное значение оказалось на уровне  $+23,8^{\circ}\text{C}$  (на  $+3,4^{\circ}\text{C}$  или 16% выше нормы). Уровень осадков составил 56 мм или 112 % от нормы.

Средняя температура воздуха в июле месяце составила  $+21,9^{\circ}\text{C}$  и оказалась на  $1,1^{\circ}\text{C}$  ниже нормативного значения при количестве осадков 39,8 мм, что было на 11% ниже среднемноголетнего уровня.

Август оказался самым засушливым месяцем за вегетацию 2015 года. Выпало всего 15,7 мм осадков (41 % от среднемноголетней нормы). За каждую декаду августа общее количество выпадающих осадков составило минимум продуктивного количества для сельскохозяйственных растений (5 мм). Хотя температура была и невысокой, но некоторый недостаток продуктивной влаги в августе, несомненно, сказался на процессе формирования, налива и массе 1000 зерен нута.

Гидротермический коэффициент за вегетационный период нута в 2015 году составил 0,98. Погодные условия 2015 года были благоприятными для формирования урожая нута. Хотя в отдельные дни в мае, июле и августе максимальная температура воздуха достигала уровня  $+35-40^{\circ}\text{C}$ , но количество осадков было близким к средне многолетней норме и этот фактор не лимитировал общую продуктивность посевов нута.

В начале вегетационного периода нута в 2016 году, как и в предыдущем году, погодные условия характеризовались как очень теплые и влажные. Сумма осадков в апреле составила 44,4 мм, что равнялось 185 % от среднемноголетней величины. Температура воздуха составила  $10,4^{\circ}\text{C}$  или превышала среднюю многолетнюю величину на  $4,2^{\circ}\text{C}$ .

Май 2016 года был влажным. Сумма осадков за месяц достигла 80,7 мм, что равнялось 218 % среднемноголетней нормы. Средняя температура мая была близка к норме +15,7°C.

Высокая температура воздуха в апреле и мае, а также хорошие запасы продуктивной влаги в почве обеспечили быстрое появление всходов и хорошее начальное развитие растений нута.

В июне 2016 года погодные условия были близки к среднемноголетним. Средняя температура воздуха в июне составила +20,7°C, что превышало среднюю многолетнюю величину лишь на +0,3°C. Сумма осадков в июне составила 14,5 мм или 29 % от многолетней нормы.

Июль был теплым и сухим. Средняя температура воздуха составила +23,7°C, что было на 0,7°C ниже средней многолетней величины. Общая сумма выпавших за июль месяц осадков составила 23,0 мм или чуть более 51% от среднемноголетней нормы.

Август был очень жарким и засушливым. Средняя температура воздуха составила +25,1°C, что было на 3,8°C выше средней многолетней величины. За месяц выпало всего 13,0 мм осадков или 34 % от средней многолетней нормы. Осадки выпадали в виде небольших дождей. За каждую декаду августа общее количество выпадающих осадков составило минимум продуктивного количества для сельскохозяйственных растений (5 мм). Высокая температура воздуха и некоторый недостаток продуктивной влаги в августе, несомненно, сказался на процессе формирования урожая нута, особенно на процессе налива и формировании массы 1000 зерен.

Гидротермический коэффициент за вегетационный период нута в 2016 году составил 0,67. Погодные условия 2016 года были не совсем благоприятны для формирования урожая нута по температурному режиму. В отдельные дни июля и августа максимальная температура воздуха достигала +35-40°C, что отрицательно влияло на нарастание и работу листовой поверхности, накопление сырой и сухой надземной биомассы.

Подытоживая обобщенные данные по погодным факторам за время проведения наших опытов вегетационные периоды нута можно охарактеризовать следующим образом: 2013 и 2015 годы были наиболее благоприятными по сочетанию температуры и влажности воздуха, а также продуктивному увлажнению почвы; 2011 и 2014 годы были средне засушливыми; 2012, 2016 годы были острозасушливыми и не совсем неблагоприятным для роста, развития растений и формирования урожая, хотя нут по своей биологии хорошо переносит экстремальные погодные условия.

В целом погодные условия 2011-2016 годов можно считать умеренно-континентальными, типичными для климата Саратовского Правобережья, входящего в засушливую степную зону Поволжья. В этом засушливом регионе во время вегетации сельскохозяйственных культур обязательно наблюдаются различной продолжительности временные периоды с заметным недостатком выпадающих осадков, высокими температурами воздуха и его очень низкой относительной влажностью.

## 3 СХЕМЫ, МЕТОДИКА И АГРОТЕХНИКА ОПЫТОВ

### 3.1 Схемы полевых опытов

Исследования с культурой нута проводились на опытном поле Саратовского государственного аграрного университета имени Н.И. Вавилова по следующим схемам:

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

##### Фактор А. Способ посева:

Вариант 1. Рядовой с междурядьями 15 см;

Вариант 2. Рядовой с междурядьями 30 см;

Вариант 3. Ширококорядный с междурядьями 45 см.

##### Фактор В. Норма высева нута:

Варианты 1-6. Нормы высева 0,7; 0,8; 0,9; 1,0 и 1,1 млн. всхожих семян на 1 га при рядовом способе посева с междурядьями 15 см;

Варианты 7-11. Нормы высева 0,4; 0,5; 0,6; 0,7 и 0,8 млн. всхожих семян на 1 га при рядовом способе посева с междурядьями 30 см;

Варианты 12-16. Нормы высева 0,4; 0,5; 0,6; 0,7 и 0,8 млн. всхожих семян на 1 га при ширококорядном способе посева с междурядьями 45 см

#### **Опыт 2. Разработка приемов совместного применения удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста при выращивании нута в засушливых условиях степной зоны**

##### Фактор А. Фон минерального питания:

Вариант 1. Без удобрений;

Вариант 2. Внесение минеральных удобрений в дозе  $P_{30}$ ;

Вариант 3. Внесение минеральных удобрений в дозе  $N_{30}P_{30}$ .

Фактор В. Биопрепараты и стимуляторы роста:

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

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

Фактор А. Сорт:

- Вариант 1. Краснокутский 36 (стандарт);
- Вариант 2. Золотой юбилей;
- Вариант 3. Вектор.

Фактор В. Биопрепараты и стимуляторы роста:

- Вариант 1. Контроль – без обработки;
- Вариант 2. Ризоторфин – обработка семян;
- Вариант 3. Экстрасол – обработка семян и посевов;
- Вариант 4. Циркон – обработка семян и посевов;
- Вариант 5. Силиплант – обработка семян и посевов;
- Вариант 6. Эпин-экстра – обработка семян и посевов.

Закладка опытов производилась рендомизированным методом. Площадь опытной делянки – 100 м<sup>2</sup>; повторность – четырехкратная.

Ризоторфин – биопрепарат для бобовых культур, представленный в виде раствора с содержанием 3,5 млрд шт. клубеньковых бактерий в 1 мл специализированного штамма.

Экстрасол (марка Бисолби-Сан) – биопрепарат, содержащий до 8 видов бактерий, в т.ч. и фиксирующих атмосферный азот, и подавляющих микробные инфекции, стимулирует рост растений.

Циркон – биостимулятор, представляющий собой смесь гидроксикоричных кислот, стимулирующих корнеобразование, обладающий антибактериальным действием и участвующий в синтезе хлорофилла.

Силиплант – жидкое микроудобрение с высоким содержанием кремния и микроэлементов в хелатной форме, обладающее ростостимулирующими свойствами.

Эпин-экстра – фитогормон с высокой биологической активностью.

Обработка семян биопрепаратами и стимуляторами роста проводилась в день посева в затененном месте, обработка посевов – в фазу бутонизации. Все препараты применялись в рекомендуемых производителями нормах.

В опытах были использованы рекомендованные к выращиванию в степной зоне Поволжья сорта нута Краснокутский 36 (высевался и в первом и во втором опыте), Золотой юбилей и Вектор. Способ посева во втором и третьем опытах – рядовой; норма высева – 1,0 и 0,9 млн. всхожих семян на 1 га соответственно

Во втором опыте фосфорные удобрения вносили под вспашку, азотные – под предпосевную культивацию. В третьем опыте в качестве фона под вспашку применялись фосфорные удобрения в дозе  $P_{30}$ .

### **3.2 Методика проведения исследований**

Все наблюдения, закладка полевых опытов, обработка данных, учет и их анализ выполнены согласно методике опытного дела Б.А. Доспехова (1985), Рекомендациям НИИСХ Юго-Востока (1973) и другими общепринятым методикам и рекомендациям.

При проведении фенологических наблюдений использовались методики А.И. Руденко (1950) и В.И. Сазонова (1962), согласно которым устанавливались даты наступления и продолжительность фаз развития растений нута в посевах. В работе применялись также методические разработки Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур для зернобобовых (1971, 1985, 1989). При этом в посевах нута отмечались следующие фазы: всходы, ветвление, бутонизация, цветение и созревание. Для расчета наступления каждой фазы использовалось процентное отношение числа растений, вступивших в очередную фазу развития, к общему количеству растений нута на участке. Для измерений проводился подсчет растений на закрепленных площадках площадью 1 м<sup>2</sup> отдельно на каждом варианте. За дату начала фазы принималась дата, когда вступление в фазу фиксировалось у 10% растений в пробе, а полная фаза – 75% растений.

Полнота всходов, густота растений перед уборкой также определялись на 4-х закрепленных площадках по 1 м<sup>2</sup> на каждом варианте. Количество сохранившихся растений вычислялось как представленное в процентах отношение сохранившихся на площадке растений на момент уборки к их количеству, наблюдавшемуся после полных всходов.

Для вычислений этого показателя использовалась формула:

$$A = (C \div B) \times 100,$$

где: А – выраженная в процентах доля растений на момент уборки, %;

В – количество растений после полных всходов, шт.;

С – количество растений, сохранившихся ко времени уборки, шт.

Формирование листовой поверхности и ее фотосинтетическую деятельность определяли по методике лаборатории фотосинтеза Института

физиологии растений на основе высечек (А.А. Ничипорович, Л.Е. Строганова, С.Н. Чмора, М.П. Власова, 1961).

Учет высоты во время вегетации проводился по 30 контрольным растениям нута. Динамику нарастания сырой и сухой биомассы в важнейшие фазы вегетации нута определяли по методике Б.М. Смирнова (1973) и Н.И. Германцевой (1971) на площадках 1 м<sup>2</sup>. Для расчета содержания сухого вещества в зеленой массе использовался гравиметрический метод – навески с измельченными растениями нута высушивались до постоянной массы при температуре +60<sup>0</sup>С.

Наблюдения за формированием симбиотического аппарата на корнях нута проводились по методикам ВНИИ бакпрепаратов (Е.Ф. Березова, Л.М. Доросинский, 1961) и Г.С. Посыпанова (1991). Определение активного симбиотического потенциала для всех вариантов опытных посевов производилось в соответствии с научными разработками Г.С. Посыпанова и Л.Д. Князева (1983). Для исследования работы симбиотического аппарата на корневой системе растений нута применялся метод аппликации, разработанный Е.Н. Мишустиним, И. С. Востровым и А.Н. Петровым (1980).

Для определения естественной влажности почвы применялся термостатно-весовой метод по Л.В. Попову (1960) и А.А. Роде (1955). Отбор проб осуществлялся по основным фазам развития нута. Согласно методике пробы отбирались в 3-х кратной повторности послойно до глубины 100 см через каждые 10 см. Термостатное высушивание до постоянной массы производилось при температуре +105<sup>0</sup>С.

Определение питательных веществ в зерне нута проводилось по общепринятой методике ВИК им. В.Р. Вильямса (1987).

Для определения биологической урожайности проводили отбор снопов с площадок по 1 м<sup>2</sup> в четырехкратной повторности с каждой делянки. При лабораторном анализе снопов учитывали число растений и сухую массу снопа. Количество зерен на 1 растении, массу зерна с 1 растения

учитывали по 10 отобраным растениям в каждом снопе. Массу 1000 зерен определяли по ГОСТ - 12042-80. Взвешивание зерна проводили на весах ВЛТК-500.

Уборку хозяйственного урожая нута с каждой делянки проводили прямым комбайнированием в фазу полной спелости зерна. Полученные данные по биологической и хозяйственной урожайности зерна обязательно приводились к 13% влажности и 100% чистоте.

Для оценки энергоемкости рекомендуемых приемов получения продукции на опытных посевах применялись «Методические рекомендации по биоэнергетической оценке севооборотов и технологий выращивания кормовых культур», изданные ВАСХНИЛ (1983) и РАН (1989), а также методические разработки В.В. Коринца (1986), ВГСХА (1994), РАСХН (1995) и Г.С. Посыпанова, В.Е. Долгодворова (1995).

Экономическую оценку рекомендуемых приемов возделывания нута проводили расчетным методом на основании технологических карт, нормативов и цен, установленных на семена, материалы и ГСМ. Для расчета учитывались прямые затраты и, исходя из текущего уровня цен, определялась стоимость полученного валового продукта. В итоговой оценке экономической эффективности использовался расчет показателей условного чистого дохода и уровня рентабельности (Методические рекомендации ВАСХНИЛ, 1983, 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 ГАУ с использованием компьютерных программ «MicrosoftOfficeExcel, 2003» и Aqris.

### 3.3 Агротехника на опытном поле

При проведении полевых исследований применялись общепринятые приемы зональной технологии возделывания нута, разработанные учеными НИИСХ Юго-Востока (г. Саратов) и Краснокутской государственной селекционной опытной станции (пос. Семенной Краснокутского района).

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

Внесение минеральных удобрений и обработку семян и посевов нута биопрепаратами и стимуляторами роста проводились согласно схемам опытов. Фосфорные (двойной гранулированный суперфосфат) удобрения вносили под вспашку. В качестве азотных удобрений использовалась 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 ССН-16 «Быстрица» в агрегате с трактором Беларусь-25 с соблюдением норм высева согласно схемам опыта.

При проведении ухода за посевами выполнялись все необходимые мероприятия. После посева поле прикатывали. Для борьбы с вредителями и болезнями применялись рекомендуемые пестициды.

Уборку хозяйственного урожая нута проводили однофазным способом селекционным комбайном Террион в фазу полной спелости зерна. После уборки зерно очищали на агрегате «Алмаз».

## **4 ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ПОСЕВА И НОРМ ВЫСЕВА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ НУТА В СТЕПНОМ ПОВОЛЖЬЕ**

В создании урожайности полевых культур определяющую роль играет густота стояния растений в посевах. Установление оптимального уровня данного показателя особенно важно для нута, растения которого в связи с морфологическими особенностями культуры имеют большой разбег колебания индивидуальной продуктивности. В связи с этим, в нашем опыте проводилось изучение особенностей роста и развития растений нута в зависимости от разных способов посева и нормах высева семян в засушливых условиях степного Поволжья.

### **4.1 Особенности развития растений в посевах нута при разных схемах посева**

За счет изменения способов посева и норм высева семян в нашем полевом опыте создавались различные схемы размещения семян на поле. Это позволило получить обширный и разнообразный материал по морфогенезу и биоэкологии растений нута в агроценозах.

Так в исследованиях выявлено, что изучаемые способы посева и нормы посева не оказали заметного влияния на начальное развитие растений нута. На всех вариантах опыта в среднем за три года исследований полные всходы отмечались на 15-й день (таблица 4.1). Существенные различия в продолжительности периода от посева до появления полных всходов наблюдались по годам исследований (приложения 1-3). Более позднее появление всходов нута в 2011 и 2013 годах объясняется медленным нарастанием температуры после посева, что замедлило прорастание семян.

Особенности прохождения фенологических фаз и продолжительность основных периодов развития нута от полных всходов до созревания на всех вариантах опыта подчинялись общепринятой практически для всех

Таблица 4.1 – Влияние способов посева и норм высева на продолжительность межфазных периодов и длину вегетации нута (среднее за 2011-2013 гг.)

Варианты опыта		Продолжительность периода, суток				
способ посева	норма высева семян, млн. шт./га	посев – полные всходы	полные всходы – бутонизация	бутонизация-цветение	цветение – созревание	посев – созревание
Рядовой с междурядьями 15 см	0,7	15	30	14	46	105
	0,8	15	30	14	45	104
	0,9	15	30	14	45	104
	1,0	15	29	14	44	102
	1,1	15	29	13	43	100
Рядовой с междурядьями 30 см	0,4	15	31	15	47	108
	0,5	15	31	15	46	107
	0,6	15	31	15	46	107
	0,7	15	31	14	45	105
	0,8	15	30	14	44	103
Широкорядный с междурядьями 45 см	0,4	15	32	16	48	111
	0,5	15	32	16	48	111
	0,6	15	31	16	47	109
	0,7	15	31	15	46	107
	0,8	15	31	14	45	105

Полевых культур схеме – при увеличении густоты растений в посевах фазы наступали раньше и продолжительность периодов сокращалась. Так, продолжительность периода полные всходы – бутонизация изменялась от 32 до 29 суток; бутонизация – цветение – от 16 до 13 суток; цветение - созревание – от 48 до 43 суток в среднем за три года исследований.

Увеличение ширины междурядий улучшало условия развития растений и продолжительность всех основных периодов развития нута по сравнению с традиционным способом посева с междурядьями 15 см увеличивалась: при ширине междурядий 30 см – в среднем на 1 сутки по всем изучаемым нормам высева, при ширине междурядий 45 см – в среднем на 2 суток по среднеголетним данным.

В целом вегетационный период нута в зависимости от сочетания способа посева и нормы высева колебался в следующих пределах: при рядовом способе посева с междурядьями 15 см - от 105 суток при норме высева 0,7 млн. всхожих семян на 1 га до 100 суток при норме высева 1,1 млн. всхожих семян на 1 га; при рядовом способе посева с междурядьями 30 см - от 108 суток при норме высева 0,4 млн. всхожих семян на 1 га до 103 суток при норме высева 0,8 млн. всхожих семян на 1 га; при широкорядном способе посева с междурядьями 45 см - от 111 суток при норме высева 0,4 млн. всхожих семян на 1 га до 105 суток при норме высева 0,8 млн. всхожих семян на 1 га по средним данным 2011-2013 гг.

#### **4.2 Густота стояния растений в посевах нута при сочетании различных способов посева и норм высева**

Важнейшим элементом продуктивности нута является формирование оптимальной плотности посева в его агроценозах, то есть необходимого количества растений на единицу площади.

Плотность агроценоза в значительной степени определяется такими базовыми агротехническими приемами, как способ посева и норма высева

семян, создающими различные условия обеспечения растений экологическими факторами – светом, элементами минерального питания и особенно доступной влагой, недостаток которой постоянно отмечается в засушливой степной зоне Саратовского Правобережья.

По мнению всех ученых, изучавших возделывание нута, обеспечение к уборке как можно большего числа растений на единице площади за счет использования правильного сочетания способа посева и нормы высева в большинстве случаев гарантирует высокий урожай более надежно, чем усиленное ветвление. Однако, несмотря на большую важность установления рационального способа посева и оптимальной нормы высева рекомендации по этим приемам возделывания нута для зоны чернозема южного Саратовского Правобережья отсутствуют.

Густота растений в агроценозе – это единственный элемент продуктивности у полевых культур, который формируется с самых первых этапов роста и развития растений и до самой уборки урожая. Основой формирования густоты стояния растений является всхожесть семян в производственных условиях (полевая всхожесть семян). Получение дружных и полноценных всходов зависит от сочетания двух важнейших природных факторов – температуры прогревания посевного слоя почвы и наличия в нем продуктивной влаги. Для нута они особенно важны в силу морфобиологических особенностей этой культуры. Нут, как зернобобовая культура, содержит большое количество белка в семенах, и поэтому требует для их прорастания значительно больше влаги, чем многие другие полевые культуры, например злаковые растения. Кроме того, для нута, как культуры имеющей очень крупные семена, необходимо больше воды для их прорастания, чем для чечевицы, вики, чины и многих других зернобобовых культур.

Данные исследований показывают, что полевая всхожесть семян нута по усредненным данным 2011-2013 годов колебалась по вариантам опыта от 72,0 до 80,1% (таблица 4.2).

Таблица 4.2 – Влияние способов посева и норм высева на полевою всхожесть семян нута

Варианты опыта		Количество растений в фазу полных всходов, шт./ м <sup>2</sup>				Полевая всхожесть %
способ посева	норма высева, млн. шт./га	2011 год	2012 год	2013 год	Среднее за 3 года	
Рядовой с междурядьями 15 см	0,7	45,5	53,4	52,4	50,4	72,0
	0,8	54,5	64,2	63,5	60,7	75,9
	0,9	62,6	73,1	71,3	69,0	76,7
	1,0	69,3	81,8	80,5	77,2	77,2
	1,1	78,4	90,9	90,4	86,6	78,7
Рядовой с междурядьями 30 см	0,4	26,9	31,7	30,8	29,8	74,5
	0,5	34,1	39,1	37,9	37,0	74,0
	0,6	41,2	48,6	47,5	45,8	76,3
	0,7	48,9	57,8	56,5	54,4	77,7
	0,8	56,7	66,8	65,9	63,1	78,9
Широкорядный с междурядьями 45 см	0,4	26,6	31,3	30,7	29,5	73,8
	0,5	34,1	40,2	39,5	37,9	75,8
	0,6	42,0	48,9	48,8	46,6	77,7
	0,7	49,7	58,5	57,5	55,2	78,9
	0,8	57,7	68,0	66,6	64,1	80,1

При этом полученные в нашем полевом опыте данные показали определенную особенность – при повышении нормы высева нута происходило увеличение полноты всходов. Некоторые авторы, также отмечавшие данную особенность прорастания семян зернобобовых культур, объясняют ее увеличением сосущей силы при посеве большей массы семян, то есть активизацией «подсасывания» влаги из боковых и нижележащих горизонтов почвы (Балашов В.В., 1985; Германцева Н.И., 2001, Шевцова Л.П., 2001; Соннова Н.И., 2004; Таспаев Н.С., 2018).

По данным полевого опыта влаги в посевном слое при посеве нута в третьей декаде апреля всегда достаточно и полевая всхожесть в наибольшей степени зависит от нарастания температуры воздуха и соответственно от быстроты прогревания почвы. В связи с этим наибольшая всхожесть была в 2012 году, когда средняя температура апреля составляла  $+13,6^{\circ}\text{C}$ , а наименьшая – в 2011 году при средней температуре  $+6,8^{\circ}\text{C}$

Сохранности растений была достаточно высокой 74,6-79,0% по усредненным данным за три года исследований (таблица 4.3). В значительной степени этот показатель зависел от сочетания ряда факторов – погодных условий года, способа посева и нормы высева. Хотя нут и отличается высокой засухоустойчивостью, но все же сохранность изменялась по годам исследований. В лучшем по увлажнению 2013 году она была наивысшей, а в наименее обеспеченном влагой 2012 году – самой низкой.

Наивысшая сохранность растений нута отмечалась в рядовых посевах при норме высева 1,0 млн. всхожих семян на гектар – 79,0% в среднем за три года. Вследствие более густого расположения растений в рядах и тем самым усиления конкуренции, сохранность снижалась при посеве с более широкими междурядьями 30 и 45 см. Самая низкая сохранность растений нута отмечалась в посевах с междурядьями 45 см при норме высева 0,4 млн. всхожих семян на гектар – 74,6% в среднем за три года. Хотя необходимо отметить, что колебания показателя процента сохранности по способам посева и нормам высева были в пределах ошибки опыта.

Таблица 4.3 – Влияние способов посева и норм высева семян на сохранность растений нута

Варианты опыта		Количество растений в период уборки урожая, шт./ м <sup>2</sup>				Сохранность растений, %
способ посева	Норма высева, млн. шт./га	2011 год	2012 год	2013 год	Среднее за 3 года	
Рядовой с междурядьями 15 см	0,7	36,5	38,9	41,7	39,0	77,4
	0,8	43,4	47,5	51,0	47,3	77,9
	0,9	50,1	54,3	58,6	54,3	78,7
	1,0	54,7	61,8	66,5	61,0	79,0
	1,1	61,3	67,1	72,6	67,0	77,4
Рядовой с междурядьями 30 см	0,4	21,0	23,3	24,6	23,0	77,2
	0,5	25,9	28,4	30,6	28,3	76,5
	0,6	32,1	34,9	38,9	35,3	77,1
	0,7	37,3	40,8	44,8	41,0	75,4
	0,8	43,5	47,5	52,1	47,7	75,6
Широкорядный с междурядьями 45 см	0,4	20,0	22,4	23,5	22,0	74,6
	0,5	26,5	29,0	31,5	29,0	76,5
	0,6	33,7	36,4	40,0	36,7	78,8
	0,7	37,4	43,0	49,5	43,3	78,4
	0,8	44,6	48,5	53,9	49,0	76,4

В целом исследования особенностей формирования густоты агроценозов нута показали, что число растений к уборке увеличивалось пропорционально повышению нормы высева: при рядовом посеве с междурядьями 15 см – с 39,0 шт./м<sup>2</sup> при норме высева 0,7 млн. до 67,0 шт./м<sup>2</sup> при высева 1,1 млн. всхожих семян на гектар; при рядовом посеве с междурядьями 30 см – с 23,0 шт./м<sup>2</sup> при норме высева 0,4 млн. до 47,7 шт./м<sup>2</sup> при высева 0,8 млн. всхожих семян на гектар и при широкорядном посеве с междурядьями 45 см – с 22,0 шт./м<sup>2</sup> при норме высева 0,4 млн. до 59,0 шт./м<sup>2</sup> при высева 0,8 млн. всхожих семян на гектар.

### **4.3 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. Проведенные исследования показали, что эти параметры посева заметно различались по изучаемым способам посева нута, а также в зависимости от норм высева и погодных условий отдельных лет.

Высота – показатель развития растений, наглядно характеризующий условия их развития. При достаточном обеспечении факторами жизни у нута развиваются достаточно высокие хорошо разветвленные растения. Это подтверждают данные нашего опыта, которые показали, что высота значительно различалась по годам: в наиболее хорошо увлажненном 2013 году растения были самыми высокими – 51,0-55,3 см, а в наименее обеспеченном влагой 2012 году – самыми низкими – 35,3-38,5 см в момент полного созревания, т.е. высота изменялась на 10-15 см (таблица 4.4). При увеличении ширины междурядий и норм высева высота растений колебалась менее значительно – всего на 1-3 см.

Таблица 4.4 – Влияние способов посева и норм высева на высоту растений нута

Варианты опыта		Высота растений в фазу полного созревания, см			
способ посева	Норма высева, млн. шт./га	2011 год	2012 год	2013 год	Среднее за 3 года
Рядовой с междурядьями 15 см	0,7	45,6	37,1	54,3	45,7
	0,8	46,5	38,4	54,4	46,4
	0,9	46,1	38,0	54,7	46,3
	1,0	45,7	37,2	53,6	45,5
	1,1	45,4	36,8	53,6	45,3
Рядовой с междурядьями 30 см	0,4	46,5	38,3	54,2	46,3
	0,5	46,8	38,5	55,3	46,9
	0,6	46,6	38,2	55,0	46,6
	0,7	46,0	37,2	54,1	45,8
	0,8	45,6	36,7	53,1	45,1
Широкорядный с междурядьями 45 см	0,4	44,5	35,7	53,5	44,6
	0,5	45,2	35,9	53,8	45,0
	0,6	44,6	35,3	52,7	44,2
	0,7	44,3	36,1	51,1	43,8
	0,8	43,9	35,4	51,0	43,4

Однако наиболее значимыми биометрическими показателями посевов сельскохозяйственных культур являются площадь листовой поверхности и сухая надземная биомасса, так как именно они оказывают непосредственное влияние на формирование урожая.

Анализ результатов научных исследований и производственный опыт показывают, что формирование урожайности полевых культур находится в тесной взаимосвязи с площадью листьев, т.к. только достаточно развитая и долго сохраняющаяся листовая поверхность растений обеспечивает высокую фотосинтетическую деятельность агроценозов и накопление наибольшей величины сухой биомассы на единицу площади.

Динамика формирования площади листовой поверхности посевах подчиняется определенной закономерности, характерной для большинства полевых культур. Начиная с фазы всходов площадь листьев в посевах медленно увеличивается, затем темпы нарастания резко повышаются. К моменту прекращения образования боковых побегов у одних культур и завершения роста растений в высоту у других, площадь листьев достигает максимальной величины за вегетацию, а затем она постепенно снижается в связи с пожелтением, усыханием и отмиранием нижнего яруса листьев.

Площадь листовой поверхности различных полевых культур сильно варьирует в течение вегетации в зависимости от условий водоснабжения, питания, приемов агротехники. В условиях резкой засухи максимальная площадь листьев не превышает 7-10 тыс. м<sup>2</sup>/га, а при благоприятном увлажнении и высоком азотном питании она может достигать 60-70 тыс. м<sup>2</sup>/га и более. При среднем индексе листовой поверхности 3-5, посев как оптическая фотосинтезирующая система работает в оптимальном режиме, поглощая наибольшее количество фотосинтетически активной радиации (ФАР) и эффективно вырабатывая пластические вещества.

По результатам проведенных полевых исследований наибольшая величина листовой поверхности нута формировалась при рядовом способе посева с междурядьями 15 см - на варианте с нормой высева 0,9 млн всхожих семян

на гектар – 25,3 тыс. м<sup>2</sup>/га; при рядовом способе посева с междурядьями 30 см - на варианте с нормой высева 0,7 млн всхожих семян на гектар – 25,4 тыс. м<sup>2</sup>/га; при широкорядном способе посева с междурядьями 45 см – также на варианте с нормой высева 0,7 млн всхожих семян на гектар – 25,2 тыс. м<sup>2</sup>/га в среднем за три года исследований. В то же время было установлено, что как при увеличении, так и при уменьшении нормы высева от вышеназванных лучших, отмечено снижение площади листовой поверхности по всем изучаемым способам посева (таблица 4.5).

Площадь листьев значительно различалась по годам исследований: в наиболее обеспеченном влагой 2013 году были самые высокие показатели площади листьев – 23,5-30,9 тыс. м<sup>2</sup>/га в момент максимума в начале фазы цветения, а в наименее обеспеченном влагой 2012 году – самыми низкими – всего 13,9-19,7 тыс. м<sup>2</sup>/га в тот же период максимума, т.е. площадь листовой поверхности изменялась почти в два раза.

Выявленные в исследованиях особенности роста растений нута в высоту и формирования площади листовой поверхности, несомненно, повлияли на процесс создания сухой надземной биомассы посевов. По изучаемым способам посева нами выявлена следующая ситуация: при рядовом способе посева с междурядьями 15 см наибольший показатель величины сухой надземной биомассы достигнут на варианте с нормой высева 0,9 млн всхожих семян на гектар – 3,59 т/га в момент уборки урожая; при рядовом способе посева с междурядьями 30 см - на варианте с нормой высева 0,7 млн всхожих семян на гектар – также 3,59 т/га; при широкорядном способе посева с междурядьями 45 см - на варианте с нормой высева 0,6 млн всхожих семян на гектар – 3,46 т/га в среднем за три года (таблица 4.6).

В то же время в проведенном опыте как при меньших, так и более высоких нормах высева величина сухой надземной биомассы по всем изучаемым способам посева снижалась, вероятно из-за слишком малого числа растений на единице площади в первом случае и из-за возрастающей при загущении конкуренции – во втором.

Таблица 4.5 – Влияние способов посева и норм высева на площадь листьев в посевах нута

Варианты опыта		Площадь листьев в момент максимума (начало цветения), тыс. м <sup>2</sup> /га			
способ посева	Норма высева, млн. шт./га	2011 год	2012 год	2013 год	Среднее за 3 года
Рядовой с междурядьями 15 см	0,7	24,9	19,3	29,2	24,5
	0,8	25,7	19,8	30,1	25,2
	0,9	25,5	19,5	30,9	25,3
	1,0	25,3	19,4	30,4	25,0
	1,1	24,4	18,9	30,2	24,5
Рядовой с междурядьями 30 см	0,4	19,0	13,9	23,5	18,8
	0,5	21,5	15,9	26,0	21,1
	0,6	24,4	18,5	29,1	24,0
	0,7	25,7	19,7	30,8	25,4
	0,8	25,8	19,4	30,7	25,3
Широкорядный с междурядьями 45 см	0,4	19,8	14,5	24,2	19,5
	0,5	21,5	16,1	26,4	21,3
	0,6	25,0	18,9	29,9	24,6
	0,7	25,4	19,5	30,6	25,2
	0,8	24,9	19,1	30,1	24,7

Таблица 4.6 – Влияние способов посева и норм высева на накопление сухой биомассы в посевах нута

Варианты опыта		Сухая надземная биомасса в момент уборки, т/га			
способ посева	Норма высева, млн. шт./га	2011 год	2012 год	2013 год	Среднее за 3 года
Рядовой с междурядьями 15 см	0,7	3,35	2,81	3,75	3,30
	0,8	3,45	3,06	4,06	3,52
	0,9	3,66	3,05	4,07	3,59
	1,0	3,41	2,79	3,93	3,38
	1,1	3,17	2,67	3,65	3,16
Рядовой с междурядьями 30 см	0,4	2,63	2,08	2,96	2,56
	0,5	3,05	2,57	3,42	3,01
	0,6	3,60	3,08	4,07	3,58
	0,7	3,52	3,14	4,12	3,59
	0,8	3,27	2,99	3,93	3,40
Ширококорядный с междурядьями 45 см	0,4	2,60	2,23	2,89	2,57
	0,5	3,08	2,55	3,43	3,02
	0,6	3,52	2,82	4,05	3,46
	0,7	3,30	2,76	3,69	3,25
	0,8	3,12	2,67	3,53	3,11

Накопление сухой надземной биомассы также заметно различалось по годам исследований: в наиболее обеспеченном влагой 2013 году были самые высокие показатели сухой биомассы – с колебанием по изучаемым способам посева и нормам высева от 2,36 до 4,14 т/га в период уборки урожая, а в наименее обеспеченном влагой 2012 году – самыми низкими – с колебанием от 2,08 до 3,17 т/га в тот же период, т.е. величина сухой надземной биомассы снизилась в засушливом 2012 году на 13,5-30,6%.

#### **4.4 Элементы продуктивности нута при разных способах посева и нормах высева**

Процесс создания урожая нута складывается из поэтапного формирования таких важнейших показателей, как число растений на единице площади к моменту 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 4.7, приложения 4-6).

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 одно растение заметно уменьшается.

Таблица 4.7 – Влияние способов посева и норм высева на основные элементы продуктивности нута (среднее за 2011-2013 гг.)

Варианты опыта		Число растений в уборку, шт./м <sup>2</sup>	Число зерен на 1 растении, шт.	Масса зерна с 1 растения, г	Масса 1000 зерен, г
способ посева	норма высева семян, млн. шт./га				
Рядовой с междурядьями 15 см	0,7	39,0	19,7	3,64	185
	0,8	47,3	17,1	3,15	184
	0,9	54,3	15,9	2,89	182
	1,0	61,0	13,4	2,39	179
	1,1	67,0	11,0	1,93	176
Рядовой с междурядьями 30 см	0,4	23,0	27,6	5,21	189
	0,5	28,3	27,3	5,08	186
	0,6	35,3	25,8	4,69	182
	0,7	41,0	20,6	3,68	179
	0,8	47,7	16,1	2,77	172
Ширококорядный с междурядьями 45 см	0,4	22,0	29,1	5,59	192
	0,5	29,0	26,1	4,98	191
	0,6	36,7	20,4	3,84	188
	0,7	43,3	16,3	3,01	184
	0,8	49,0	13,9	2,49	179

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 нута содержится 1, реже 2 зерна. По нашим данным в наиболее увлажненном 2013 году озерненность бобов у изучаемых сортов нута была несколько выше, чем в более засушливых 2011 и 2012 годах.

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

Самая высокая масса зерна с 1 растения у используемого в исследованиях сорта нута Краснокутский 36 получена на варианте применения нормы высева 0,4 млн всхожих семян на гектар при широкорядном способе посева с междурядьями 45 см – 5,59 г (рисунок 3.3). Исследования показали, что увеличение нормы высева ведет к заметному снижению зерновой продуктивности одного растения при всех изучаемых способах посева.

Масса 1000 зерен – устойчивый признак, но и он изменяется под влиянием условий созревания, особенно в период 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: при рядовом посеве с междурядьями 15 см – со 185 г. при норме высева 0,7 млн. до 176 г. при высеве 1,1 млн. всхожих семян на гектар; при рядовом посеве с междурядьями 30 см – со 189 г. при норме высева 0,4 млн. до 172 г. при высеве 0,8 млн. всхожих семян на гектар; при широкорядном посе-

ве с междурядьями 45 см – со 192 г. при норме высева 0,4 млн. до 179 г. при высевае 0,8 млн. всхожих семян на гектар.

Формирование элементов продуктивности агроценозов нута заметно различалось по годам наших исследований: в наиболее обеспеченном влагой 2013 году были самые высокие показатели, а в наименее обеспеченном влагой 2012 году – самыми низкими. Показатели элементов продуктивности, сформировавшиеся в условиях средне засушливого 2011 года занимали среднее положение (приложения 4-6).

#### **4.5 Влияние способов посева и норм высева на формирование урожайности зерна нута**

Окончательное суждение об эффективности изучаемых агротехнических приемов возделывания сельскохозяйственных культур может быть дано только опираясь на показатели урожайности.

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

Так, в результате анализа среднеголетних данных опыта за 2011-2013 гг. нами выявлено, что увеличение урожайности зерна у сорта нута Краснокутский 36 наблюдалось:

- при рядовом способе посева с междурядьями 15 см - до нормы высева 0,9 млн. всхожих семян на 1 гектар – до 1,57 т/га;
- при рядовом способе посева с междурядьями 30 см - до нормы высева 0,6 млн. всхожих семян на 1 гектар – до 1,66 т/га;
- при широкорядном способе посева с междурядьями 45 см до нормы высева 0,5 млн. всхожих семян на 1 гектар – до 1,45 т/га (таблица 4.8, рисунок 4.3).

Таблица 4.8 – Влияние способов посева и норм высева на урожайность зерна нута

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

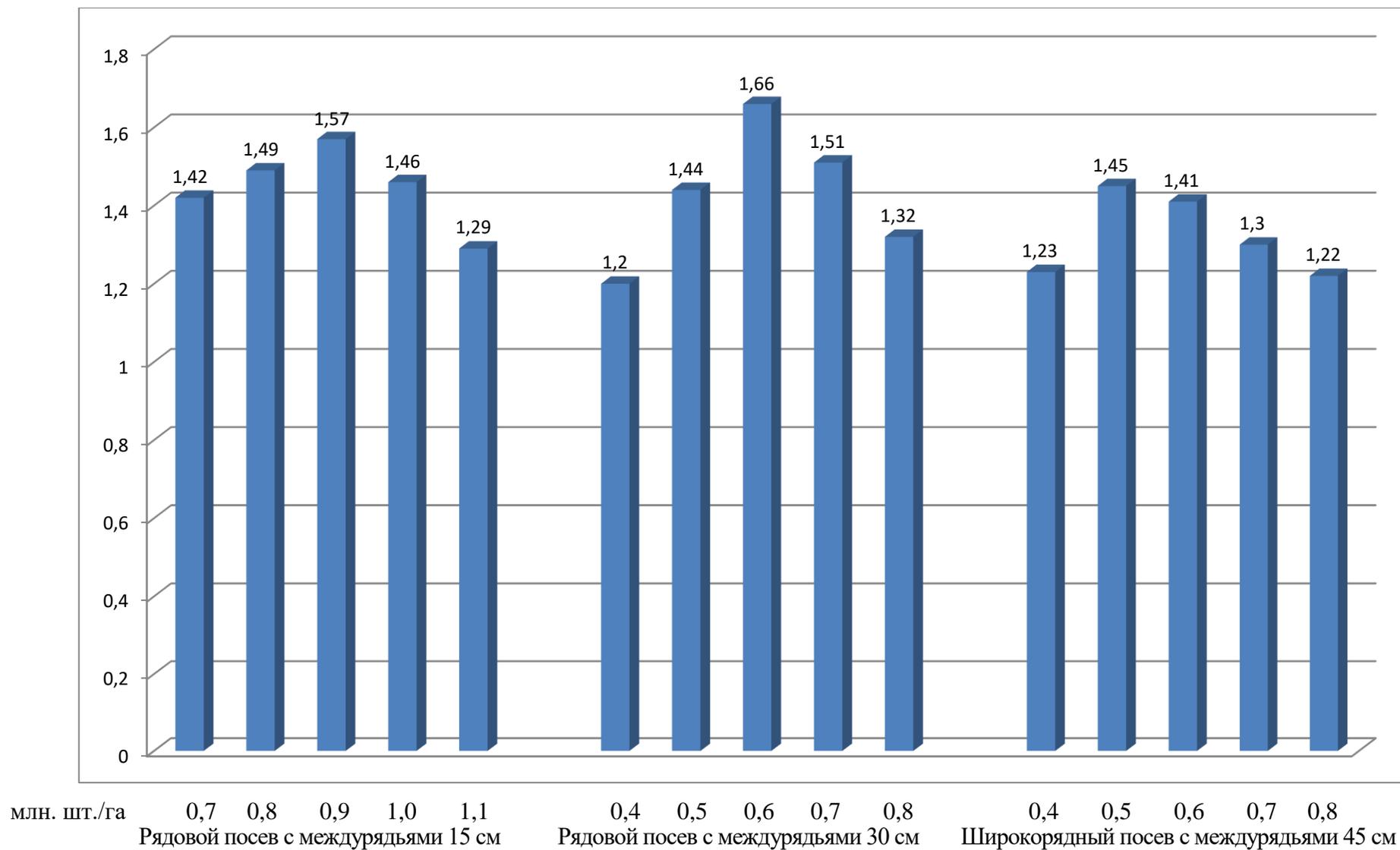


Рисунок 4.1 – Влияние способов посева и норм высева на урожайность зерна нута (среднее за 2011-2013 гг.)

Дальнейшее увеличение норм высева не давало прибавки, а напротив, приводило к снижению урожайности зерна нута.

Таким образом, в нашем опыте установлены оптимальные нормы высева сорта нута Краснокутский 36 при разных способах посева на черноземе южном Саратовского Правобережья, превышение которых ухудшает условия роста и развития растений и снижает эффективность использования посевами имеющихся почвенно-климатических факторов и агробиологического потенциала применяемой зональной агротехники.

## **5 ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ УДОБРЕНИЙ, БИОПРЕПАРАТОВ И СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА НА ПРОДУКЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС НУТА В СТЕПНОЙ ЗОНЕ САРАТОВСКОГО ПРАВОБЕРЕЖЬЯ**

Повышение продуктивности сельскохозяйственных растений невозможно без применения удобрений. При выращивании зернобобовых культур использование удобрений должно быть особенно грамотным, так как оно сказывается не только на ростовых процессах, но может оказывать определенное влияние на симбиотический процесс.

### **5.1 Особенности симбиотического процесса нута при применении различных удобрений и препаратов**

В отечественной и зарубежной литературе достаточно подробно освещены вопросы формирования клубеньковых бактерий и фиксации ими азота атмосферы на таких важнейших зернобобовых культурах, как соя и горох. В то же время детальных сведений о заложении и жизнедеятельности клубеньковых бактерий на корнях нута очень мало и они довольно противоречивы. Вероятнее всего, это связано с меньшим производственным распространением этой культуры. А также необходимо отметить, что в засушливых условиях, в которых чаще всего выращивается нут, симбиотический процесс не всегда проявляется достаточно активно, так как он явно связан с уровнем влагообеспеченности почвы.

Активность клубеньковых бактерий в нашем опыте определялась по наиболее важным показателям: проводился количественный и весовой учет клубеньков в основные фазы развития культуры в зависимости от изучаемых приемов активизации симбиоза (таблицы 5.1 и 5.2).

Выявлено, что продолжительность активного симбиоза в посевах нута в зависимости от условий вегетации колебалась от 50 до 75 суток. Также установлено, что в зависимости от используемых удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста изменялась и симбиотическая продуктивность в

Таблица 5.1 – Влияние различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на динамику формирования числа клубеньков на корнях нута, шт. на 1 растение (среднее за 2011-2013 гг.)

Фон минерального питания	Биопрепараты и регуляторы роста	Фазы вегетации нута			
		ветвление	бутионизация	цветение	формир. бобов
Без удобрений	Контроль	1,9	3,7	4,5	2,5
	Ризоторфин(С)	9,2	18,0	22,2	13,0
	Экстрасол(С)	4,8	8,5	12,7	7,7
	Экстрасол(С+П)	5,8	11,1	17,3	10,6
	Силиплант(С)	3,9	7,5	9,6	6,0
	Силиплант(С+П)	4,8	9,6	12,6	9,9
	Циркон(С)	3,5	7,1	9,4	6,2
	Циркон(С+П)	4,4	8,3	10,7	9,1
Р <sub>30</sub>	Контроль	2,7	5,3	6,4	3,8
	Ризоторфин(С)	13,1	25,8	31,5	18,6
	Экстрасол(С)	6,8	12,2	18,2	11,0
	Экстрасол(С+П)	8,7	17,1	24,7	15,1
	Силиплант(С)	5,3	10,7	13,7	8,5
	Силиплант(С+П)	6,8	13,3	17,9	14,2
	Циркон(С)	5,0	10,5	13,3	8,9
	Циркон(С+П)	6,1	11,8	15,1	13,1
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub>	Контроль	2,8	5,2	6,6	3,7
	Ризоторфин(С)	11,8	23,2	28,1	16,5
	Экстрасол(С)	6,6	12,5	18,0	10,9
	Экстрасол(С+П)	8,6	16,8	23,8	15,4
	Силиплант(С)	5,5	10,8	12,5	8,8
	Силиплант(С+П)	6,7	13,5	17,3	13,0
	Циркон(С)	5,1	10,1	12,9	8,5
	Циркон(С+П)	6,0	11,5	14,7	11,9

Таблица 5.2 – Влияние различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на динамику формирования массы клубеньков на корнях нута, мг. на 1 растение (среднее за 2011-2013 гг.)

Фон минерального питания	Биопрепараты и регуляторы роста	Фазы вегетации нута			
		ветвление	бутонизация	цветение	формир. бобов
Без удобрений	Контроль	8,5	35,7	36,4	13,8
	Ризоторфин(С)	51,5	215,1	221,6	90,5
	Экстрасол(С)	27,0	102,5	127,4	53,8
	Экстрасол(С+П)	32,5	144,6	175,1	74,2
	Силиплант(С)	21,8	89,0	95,8	42,1
	Силиплант(С+П)	27,5	115,2	126,7	75,5
	Циркон(С)	19,6	86,0	94,0	43,4
	Циркон(С+П)	24,7	99,7	107,3	67,8
Р <sub>30</sub>	Контроль	15,1	62,9	65,0	26,6
	Ризоторфин(С)	73,4	309,1	318,4	130,5
	Экстрасол(С)	38,1	139,8	182,1	77,7
	Экстрасол(С+П)	48,7	198,5	244,3	106,3
	Силиплант(С)	29,7	128,1	137,6	59,0
	Силиплант(С+П)	38,1	160,0	178,8	109,2
	Циркон(С)	28,0	126,6	133,5	62,5
	Циркон(С+П)	34,2	141,5	152,4	97,7
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub>	Контроль	14,7	62,5	65,2	26,0
	Ризоторфин(С)	66,8	258,1	282,6	117,2
	Экстрасол(С)	37,0	150,0	177,9	76,1
	Экстрасол(С+П)	48,2	197,8	235,5	107,2
	Силиплант(С)	28,9	126,5	126,0	60,6
	Силиплант(С+П)	37,5	159,1	174,1	96,7
	Циркон(С)	26,8	125,0	128,0	59,1
	Циркон(С+П)	33,5	137,7	149,2	85,0

агроценозах нута. Наибольшее количество клубеньков с наибольшей их массой обнаруживалось на корнях нута в фазу цветения. До этой фазы шло нарастание симбиоза, а после цветения – затухание.

В результате исследований было установлено, что наименьшая симбиотическая активность наблюдалась на контрольном варианте первого фона минерального питания (без удобрений) - 4,5 клубеньков с общей массой 45,5 мг. на 1 растение нута.

Наибольшей симбиотической продуктивностью отличались агроценозы, созданные с использованием в предпосевной обработке семян нута специализированного бактериального препарата – ризоторфина. Это преимущество проявлялось на всех изучаемых фонах минерального питания (без удобрений; внесение  $P_{30}$ ; внесение  $N_{30}P_{30}$ ).

При этом, наивысшие показатели по числу и массе клубеньков отмечены при применении ризоторфина на втором фоне минерального питания где использовались фосфорные удобрения в дозе  $P_{30}$  – 31,5 шт. и 318,4 мг. на 1 растение в фазу цветения нута. Варианты с ризоторфином превосходили контрольные данные в 7 раз по обоим показателям.

На фоне применения фосфорных удобрений в дозе  $P_{30}$  проявилось и наибольшее влияние на симбиотическую эффективность остальных изучаемых препаратов при двукратном использовании (обработка семян и посевов): биопрепарат экстрасол – 24,7 клубеньков с общей массой 244,3 мг. на 1 растение; микроудобрение-стимулятор силиплант - 17,9 клубеньков с общей массой 178,8 мг. на 1 растение; стимулятор роста циркон - 15,1 клубеньков с общей массой 152,4 мг. на 1 растение.

На вариантах третьего фона минерального питания, где в качестве фактора А использовались азотно-фосфорные удобрения в дозе  $N_{30}P_{30}$  показатели симбиоза от применения биопрепаратов и стимуляторов роста составляли 69,8-98,9% по числу клубеньков и 88,8-97,9% по массе клубеньков от лучших показателей, проявившихся на втором фоне минерального

питания  $P_{30}$ , т.е. добавление минеральных азотных удобрений несколько снижало симбиотическую активность нута.

На вариантах первого фона минерального питания, где по фактору А удобрения не использовались показатели симбиоза от применения биопрепаратов и стимуляторов роста были самыми низкими из всех трех изучаемых фонов: они составляли 69,7-70,9% по числу клубеньков и 69,6-71,7% по массе клубеньков от лучших показателей, проявившихся на втором фоне с применением фосфорных удобрений в дозе  $P_{30}$ .

## **5.2 Биометрические показатели агроценозов нута**

Важнейшими биометрическими показателями агроценозов нута являются высота растений, площадь листовой поверхности и сухая надземная биомасса растений. Проведенные исследования показали, что эти параметры заметно различались в зависимости от погодных условий отдельных лет и изучаемых технологических приемов.

Исследования показали, что за счет влияния на физиологические и биологические процессы, применяемые в опыте минеральные удобрения, биопрепараты и стимуляторы роста оптимизировали использование влаги и элементов питания посевами нута, а это улучшало условия жизнедеятельности растений и заметно повышало изучаемые биометрические показатели - высоту растений, площадь листовой поверхности и сухую надземную биомассу по всем фазам развития агроценозов.

При этом в условиях наиболее засушливого 2012 года биометрические показатели были самыми низкими, а в условиях более благоприятных по увлажнению 2011 и 2013 гг. – заметно выше (приложения 13-15).

Определенные закономерности формирования биометрических показателей посевов нута отмечены при применении биопрепаратов и стимуляторов роста на различных фонах минерального питания.

Рост растений нута в высоту активно проходил до фазы цветения нута, но и затем отмечался небольшой прирост до середины созревания, особенно заметный во влажные годы.

При этом наименьшая в опыте высота растений была на контрольном варианте первого фона минерального питания (без удобрений) – 46,3 см перед уборкой в среднем за три года исследований. При применении на данном фоне питания различных биопрепаратов и стимуляторов роста высота растений немного увеличивалась: при обработке семян ризоторфином – до 50,3 см; при обработке семян экстрасолом – до 47,5 см; при обработке семян и посевов экстрасолом – до 49,8 см; при обработке семян силиплантом – до 50,4 см; при обработке семян и посевов силиплантом – до 52,3 см; при обработке семян цирконом – до 50,1 см; при обработке семян и посевов цирконом – до 52,7 см (таблица 5.3).

При применении различных биопрепаратов и стимуляторов роста на втором фоне минерального питания, где использовались фосфорные удобрения в дозе  $P_{30}$ , высота растений продолжала увеличиваться: при обработке семян ризоторфином – до 55,3 см; при обработке семян экстрасолом – до 52,7 см; при обработке семян и посевов экстрасолом – до 58,0 см; при обработке семян силиплантом – до 54,3 см; при обработке семян и посевов силиплантом – до 60,8 см; при обработке семян цирконом – до 56,5 см; при обработке семян и посевов цирконом – до 61,1 см. По сравнению с не удобренным первым фоном прибавки высоты растений по изучаемым вариантам составили 3,9-8,5 см.

Наибольшие показатели высоты растений отмечены при применении биопрепаратов и стимуляторов на третьем фоне минерального питания, где использовались азотно-фосфорные удобрения в дозе  $N_{30}P_{30}$ : высота растений увеличилась при обработке семян ризоторфином – до 57,3 см; при обработке семян экстрасолом – до 54,7 см; при обработке семян и посевов экстрасолом – до 60,3 см; при обработке семян силиплантом – до 63,3 см; при обработке семян и посевов силиплантом – до 69,4 см; при обработке

Таблица 5.3 – Влияние различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на динамику высоты растений нута, см (среднее за 2011-2013 гг.)

Фон минерального питания	Биопрепараты и регуляторы роста	Фазы вегетации нута			
		ветвление	бутионизация	цветение	созревание
Без удобрений	Контроль	13,7	32,1	42,5	46,3
	Ризоторфин(С)	14,6	34,6	45,9	50,3
	Экстрасол(С)	13,9	32,8	43,5	47,5
	Экстрасол(С+П)	14,5	34,3	45,4	49,8
	Силиплант(С)	14,8	34,8	46,2	50,4
	Силиплант(С+П)	15,3	36,3	47,6	52,3
	Циркон(С)	14,6	34,7	45,9	50,1
	Циркон(С+П)	15,4	36,5	48,3	52,7
Р <sub>30</sub>	Контроль	13,8	33,4	44,1	48,5
	Ризоторфин(С)	15,8	37,9	50,4	55,3
	Экстрасол(С)	15,1	35,6	47,9	52,7
	Экстрасол(С+П)	16,5	39,6	52,9	58,0
	Силиплант(С)	15,6	37,4	50,0	54,3
	Силиплант(С+П)	17,3	41,3	55,5	60,8
	Циркон(С)	16,3	38,8	52,8	56,5
	Циркон(С+П)	17,5	41,7	55,7	61,1
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub>	Контроль	14,8	35,8	48,1	53,2
	Ризоторфин(С)	15,7	38,5	52,2	57,3
	Экстрасол(С)	14,5	36,9	51,4	54,7
	Экстрасол(С+П)	15,8	40,4	54,6	60,3
	Силиплант(С)	16,2	42,7	57,1	63,3
	Силиплант(С+П)	17,8	46,6	63,0	69,4
	Циркон(С)	17,1	44,7	60,4	66,2
	Циркон(С+П)	18,2	47,5	63,8	70,8

семян цирконом – до 66,2 см; при обработке семян и посевов цирконом – до 70,8 см в фазу созревания по среднемноголетним данным. По сравнению с не удобренным первым фоном прибавки высоты растений по изучаемым вариантам опыта составили 7,0-18,1 см.

Фотосинтезирующая листовая поверхность – основа продуктивности растений. Формирование листовой поверхности нута активно проходило до фазы цветения нута, но и затем отмечалось значительное ее уменьшение в период созревания за счет усыхания и опадения листьев нижнего и среднего яруса, особенно заметное в засушливые годы.

При этом наименьший показатель площади листьев посева был на контрольном варианте первого фона минерального питания (без удобрений) – 22,3 тыс. м<sup>2</sup>/га в период максимума в фазу цветения. При применении на данном фоне минерального питания биопрепаратов и стимуляторов площадь листьев увеличивалась: при обработке семян ризоторфином – до 26,1 тыс. м<sup>2</sup>/га; при обработке семян экстразолом – до 23,8 тыс. м<sup>2</sup>/га; при обработке семян и посевов экстразолом – до 25,7 тыс. м<sup>2</sup>/га; при обработке семян силиплантом – до 26,4 тыс. м<sup>2</sup>/га; при обработке семян и посевов силиплантом – до 27,1 тыс. м<sup>2</sup>/га; при обработке семян цирконом – до 26,5 тыс. м<sup>2</sup>/га; при обработке семян и посевов цирконом – до 27,3 тыс. м<sup>2</sup>/га в среднем за три года исследований (таблица 5.4).

При применении различных биопрепаратов и стимуляторов роста на втором фоне минерального питания, где использовались фосфорные удобрения в дозе Р<sub>30</sub>, площадь листовой поверхности посевов нута продолжала увеличиваться: при обработке семян ризоторфином – до 26,3 тыс. м<sup>2</sup>/га; при обработке семян экстразолом – до 24,1 тыс. м<sup>2</sup>/га; при обработке семян и посевов экстразолом – до 25,2 тыс. м<sup>2</sup>/га; при обработке семян силиплантом – до 26,8 тыс. м<sup>2</sup>/га; при обработке семян и посевов силиплантом – до 27,2 тыс. м<sup>2</sup>/га; при обработке семян цирконом – до 26,7 тыс. м<sup>2</sup>/га; при обработке семян и посевов цирконом – до 28,0 тыс. м<sup>2</sup>/га. По сравнению с не

Таблица 5.4 – Влияние различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на динамику площади листьев в посевах нута, тыс. м<sup>2</sup>/га (среднее за 2011-2013 гг.)

Фон минерального питания	Биопрепараты и регуляторы роста	Фазы вегетации нута			
		ветвление	бутионизация	цветение	созревание
Без удобрений	Контроль	10,1	16,6	22,3	13,4
	Ризоторфин(С)	11,8	20,1	26,1	15,5
	Экстрасол(С)	10,7	17,6	23,8	14,3
	Экстрасол(С+П)	11,6	19,2	25,7	15,7
	Силиплант(С)	11,9	19,8	26,4	15,8
	Силиплант(С+П)	12,2	20,3	27,1	16,5
	Циркон(С)	12,0	19,9	26,5	16,0
	Циркон(С+П)	12,4	20,5	27,3	16,6
Р <sub>30</sub>	Контроль	10,2	17,0	22,7	13,6
	Ризоторфин(С)	10,9	18,2	24,3	14,6
	Экстрасол(С)	11,0	18,1	24,1	14,1
	Экстрасол(С+П)	11,3	18,9	25,2	15,0
	Силиплант(С)	12,1	20,1	26,8	16,1
	Силиплант(С+П)	12,2	20,4	27,2	16,3
	Циркон(С)	11,9	20,0	26,7	16,0
	Циркон(С+П)	12,6	21,1	28,0	16,8
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub>	Контроль	10,5	17,6	23,4	14,0
	Ризоторфин(С)	12,3	20,8	27,1	16,1
	Экстрасол(С)	11,5	19,1	25,5	15,3
	Экстрасол(С+П)	12,3	20,6	27,4	16,4
	Силиплант(С)	11,8	19,6	26,1	15,7
	Силиплант(С+П)	13,1	21,8	29,0	17,4
	Циркон(С)	12,5	20,9	27,8	16,7
	Циркон(С+П)	13,6	22,7	30,2	18,1

удобренным первым фоном прирост площади листьев по изучаемым вариантам составил 0,1-0,7 тыс. м<sup>2</sup>/га.

Наибольшая листовая поверхность сформировалась при применении биопрепаратов и стимуляторов роста на третьем фоне минерального питания, где использовались азотно-фосфорные удобрения в дозе N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>: площадь листьев увеличилась при обработке семян ризоторфином - до 27,1 тыс. м<sup>2</sup>/га; при обработке семян экстразолом – до 25,5 тыс. м<sup>2</sup>/га; при обработке семян и посевов экстразолом – до 27,4 тыс. м<sup>2</sup>/га; при обработке семян силиплантом – до 26,1 тыс. м<sup>2</sup>/га; при обработке семян и посевов силиплантом – до 29,0 тыс. м<sup>2</sup>/га; при обработке семян цирконом – до 27,8 тыс. м<sup>2</sup>/га; при обработке семян и посевов цирконом – до 30,2 тыс. м<sup>2</sup>/га. По сравнению с не удобренным первым фоном прирост площади листьев по изучаемым вариантам составил 1,0-2,9 тыс. м<sup>2</sup>/га.

Накопление сухой надземной биомассы посевами нута происходит равномерно до фазы полного созревания нута.

В нашем опыте наименьший показатель сухой надземной биомассы посева был на контрольном варианте первого фона минерального питания – 4,62 т/га. При применении на данном фоне минерального питания биопрепаратов и стимуляторов величина сухой биомассы увеличивалась: при обработке семян ризоторфином – до 5,45 т/га; при обработке семян экстразолом – до 4,98 т/га; при обработке семян и посевов экстразолом – до 5,45 т/га; при обработке семян силиплантом – до 5,65 т/га; при обработке семян и посевов силиплантом – до 6,02 т/га; при обработке семян цирконом – до 5,76 т/га; при обработке семян и посевов цирконом – до 6,01 т/га в среднем за три года исследований (таблица 5.5).

При применении различных биопрепаратов и стимуляторов роста на втором фоне минерального питания, где использовались фосфорные удобрения в дозе P<sub>30</sub>, сухая надземная биомасса агроценозов нута продолжала увеличиваться: при обработке семян ризоторфином – до 5,74 т/га; при

Таблица 5.5 – Влияние различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на динамику нарастания сухой биомассы в посевах нута, т/га (среднее за 2011-2013 гг.)

Фон минерального питания	Биопрепараты и регуляторы роста	Фазы вегетации нута			
		ветвление	бутионизация	цветение	созревание
Без удобрений	Контроль	1,39	2,32	3,08	4,62
	Ризоторфин(С)	1,63	2,73	3,64	5,45
	Экстрасол(С)	1,49	2,49	3,31	4,98
	Экстрасол(С+П)	1,64	2,72	3,73	5,45
	Силиплант(С)	1,70	2,82	3,82	5,65
	Силиплант(С+П)	1,81	3,05	3,97	6,02
	Циркон(С)	1,73	2,87	3,88	5,76
	Циркон(С+П)	1,80	3,00	4,06	6,01
Р <sub>30</sub>	Контроль	1,46	2,40	3,19	4,85
	Ризоторфин(С)	1,63	2,71	3,62	5,44
	Экстрасол(С)	1,55	2,59	3,45	5,18
	Экстрасол(С+П)	1,72	2,86	3,86	5,72
	Силиплант(С)	1,82	3,04	4,01	6,05
	Силиплант(С+П)	1,98	3,29	4,35	6,60
	Циркон(С)	1,83	3,07	4,13	6,11
	Циркон(С+П)	1,95	3,33	4,46	6,62
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub>	Контроль	1,49	2,44	3,40	4,93
	Ризоторфин(С)	1,75	2,93	4,03	5,81
	Экстрасол(С)	1,60	2,66	3,72	5,34
	Экстрасол(С+П)	1,74	2,90	4,09	5,80
	Силиплант(С)	1,75	2,89	3,96	5,83
	Силиплант(С+П)	1,98	3,31	4,54	6,61
	Циркон(С)	1,85	3,06	4,35	6,15
	Циркон(С+П)	2,01	3,40	4,83	6,78

обработке семян экстрасолом – до 5,18 т/га; при обработке семян и посевов экстрасолом – до 5,72 т/га; при обработке семян силиплантом – до 6,05 т/га; при обработке семян и посевов силиплантом – до 6,60 т/га; при обработке семян цирконом – до 6,11 т/га; при обработке семян и посевов цирконом – до 6,62 т/га в среднем за три года исследований. По сравнению с не удобренным первым фоном прирост сухой надземной биомассы по изучаемым вариантам составил 0,20-0,61 т/га.

Наибольшие показатели сухой биомассы сформировались при применении биопрепаратов и стимуляторов роста на третьем фоне минерального питания, где использовались азотно-фосфорные удобрения в дозе  $N_{30}P_{30}$ : она увеличилась при обработке семян ризоторфином - до 5,81 т/га; при обработке семян экстрасолом – до 5,34 т/га; при обработке семян и посевов экстрасолом – до 5,80 т/га; при обработке семян силиплантом – до 5,83 т/га; при обработке семян и посевов силиплантом – до 6,61 т/га; при обработке семян цирконом – до 6,15 т/га; при обработке семян и посевов цирконом – до 6,78 т/га в среднем за три года исследований. По сравнению с не удобренным первым фоном прирост сухой надземной биомассы по изучаемым вариантам составил 0,18-0,77 т/га.

Таким образом, в исследованиях установлено, что применение азотно-фосфорных удобрений приводило к активизации роста растений и увеличению площади листьев, но прибавки сухой биомассы по сравнению с применением фосфорных удобрений не было.

### **5.3. Продуктивность фотосинтеза посевов нута**

Проведенные исследования позволили установить заметное влияние биопрепаратов и стимуляторов роста на такие важнейшие показатели фотосинтетического процесса посевов нута, как фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза (таблица 5.6).

Таблица 5.6 – Влияние различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на показатели продуктивности фотосинтеза в посевах нута (среднее за 2011-2013 гг.)

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

Наименьшие показатели фотосинтеза отмечены на контрольном варианте первого фона питания без применения удобрений и обработки препаратами: фотосинтетический потенциал – 1004 тыс. м<sup>2</sup>\*сутки/га; чистая продуктивность фотосинтеза – 4,60 г/м<sup>2</sup>\*сутки в среднем за три года исследований. При применении ризоторфина для предпосевной обработки семян показатели увеличились до 1175 тыс. м<sup>2</sup>\*сутки/га и 4,64 г/м<sup>2</sup>\*сутки соответственно. Все другие изучаемые препараты показали наивысший эффект при двукратном применении – при обработке семян и посевов. При этом показатели фотосинтеза агроценозов нута на варианте двукратного использования биопрепарата экстрасол повысились до 1157 тыс. м<sup>2</sup>\*сутки/га и 4,71 г/м<sup>2</sup>\*сутки соответственно; микроудобрения силиплант – до 1219 тыс. м<sup>2</sup>\*сутки/га и 4,94 г/м<sup>2</sup>\*сутки; стимулятора циркон – до 1228 тыс. м<sup>2</sup>\*сутки/га и 4,89 г/м<sup>2</sup>\*сутки соответственно.

Заметно более высокие показатели фотосинтеза агроценозов нута как на контроле, так и на вариантах обработки изучаемыми препаратами были получены во втором фоне минерального питания, где в качестве фактора А применялись фосфорные удобрения в дозе Р<sub>30</sub>. Здесь на контроле фотосинтетический потенциал составил 1022 тыс. м<sup>2</sup>\*сутки/га, а чистая продуктивность фотосинтеза – 4,75 г/м<sup>2</sup>\*сутки в среднем за три года.

Однако, самые высокие показатели фотосинтеза агроценозов нута на фоне фосфорных удобрений были получены и от использования биопрепаратов и стимуляторов роста. При применении биопрепарата ризоторфин для обработки семян показатели фотосинтеза повысились: фотосинтетический потенциал (ФП) – 1184 тыс. м<sup>2</sup>\*сутки/га; чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) – 4,85 г/м<sup>2</sup>\*сутки в среднем за три года. Двукратное применение биопрепарата экстрасол повысило ФП до 1344 тыс. м<sup>2</sup>\*сутки/га, а ЧПФ – до 5,04 г/м<sup>2</sup>\*сутки; микроудобрения-стимулятора силиплант – до 1224 тыс. м<sup>2</sup>\*сутки/га и 5,39 г/м<sup>2</sup>\*сутки; стимулятора циркон – до 1260 тыс. м<sup>2</sup>\*сутки/га и 5,25 г/м<sup>2</sup>\*сутки соответственно.

На вариантах третьего фона минерального питания, где в качестве фактора А применялись азотно-фосфорные удобрения в дозе  $N_{30}P_{30}$  показатели фотосинтеза несколько превышали показатели первого фона питания, где минеральные удобрения не применялись, но заметно уступали показателям второго фона питания, где применялись фосфорные удобрения в дозе  $P_{30}$ . Это также подтверждает сделанное ранее заключение о низкой эффективности азотных удобрений при выращивании нута на черноземных почвах.

#### **5.4 Элементы структуры урожая нута в зависимости от применения различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста**

Научно-производственный опыт показывает, что формирование высокопродуктивного посева нута обеспечивается достижением оптимального сочетания всех элементов структуры урожая.

В опытах установлено, что использование удобрений, биопрепаратов и ростостимуляторов значительно изменяло ход продукционного процесса в агроценозах культуры и повышало их урожайность.

Полученные в условиях 2011-2013 результаты показывают, что все элементы продуктивности агроценозов нута при применении различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста заметно повышались (приложения 22-24). При этом в условиях наиболее засушливого 2012 года показатели были самыми низкими, а в условиях более благоприятных по увлажнению 2011 и 2013 гг. – заметно выше.

Анализ процесса прорастания семян на вариантах с их предпосевной обработкой бактериальными и ростостимулирующими препаратами показал, что силиплант (микроудобрение со стимулирующим эффектом), циркон (стимулятор роста) обеспечили сравнительно дружные и полные всходы. На вариантах с силиплантом и цирконом отмечена и наибольшая со-

хранность растений к периоду созревания, а также самая высокая выживаемость растений в посевах нута.

Наименьшее число растений в посевах нута в момент уборки урожая было отмечено на контрольном варианте первого фона питания без применения удобрений и обработки препаратами – 60,6 шт./м<sup>2</sup> в среднем за три года исследований (таблица 5.7).

Полученные данные показывают, что густота растений слабо зависела от фона минерального питания (фактор А), но заметно повышалась при использовании биопрепаратов, а особенно стимуляторов роста. Так, на первом фоне минерального питания при применении биопрепаратов и стимуляторов роста густота растений увеличилась до 62,8-67,7 шт./м<sup>2</sup>; на втором фоне минерального питания – до 65,8-70,6 шт./м<sup>2</sup>; на третьем фоне минерального питания – до 64,1-69,0 шт./м<sup>2</sup>.

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

Самый низкий показатель массы зерна с 1 растения отмечался на контрольном варианте первого фона питания без применения удобрений и обработки препаратами – 2,45 г. в среднем за три года исследований. Этот показатель заметно повышался при использовании фосфорных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста. Так, на первом фоне минерального

Таблица 5.7 – Влияние различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на элементы продуктивности нута в степной зоне Саратовского Правобережья

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

питания при применении биопрепаратов и стимуляторов роста масса зерна с 1 растения по сравнению с контролем увеличилось до 2,46-2,88 г.; на втором фоне минерального питания, где применялись фосфорные удобрения в дозе  $P_{30}$  – до 2,54-3,12 г. в среднем за три года. Но на третьем фоне минерального питания, где вносили азотно-фосфорные удобрения в дозе  $N_{30}P_{30}$ , масса зерна с 1 растения составляла 2-42-2,94 г., т.е. снижалась по сравнению со вторым фоном и практически дублировала показатели первого фона питания без применения удобрений.

В формировании крупности зерне нута проявлялась та же закономерность. Наивысшая масса 1000 зерен отмечалась на вариантах второго фона минерального питания, где применялись фосфорные удобрения в дозе  $P_{30}$  – 186-212 грамм в среднем за три года. На вариантах первого фона минерального питания показатель массы 1000 зерен нута составил 185-203 грамм. На вариантах третьего фона питания, где применялись азотно-фосфорные удобрения в дозе  $N_{30}P_{30}$ , были самые низкие показатели массы 1000 зерен нута – 182-201 грамм.

Таким образом, просматривается закономерность заметного положительного влияния биопрепаратов и стимуляторов роста на элементы продуктивности посевов, особенно на фоне внесения фосфорных удобрений. В то же время эффекта от азотных удобрений нет.

Наилучшие показатели структуры урожая сформировались на варианте двукратного применения микроудобрения-стимулятора силиплант на фоне допосевного внесения фосфорных удобрений в дозе  $P_{30}$ : число растений в уборку – 70,6 шт./м<sup>2</sup>; число зерен на 1 растении – 15,3 шт.; масса зерна с 1 растения – 3,12 грамм, масса 1000 зерен – 203 грамма.

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

Применение биопрепаратов ризоторфин и экстрасол также оказало положительное влияние на формирование элементов продуктивности агроценозов нута, но эффект был ниже, чем от стимуляторов.

### **5.5 Влияние различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на урожайность зерна нута в степной зоне Саратовского Правобережья**

В процессе проведения исследований в 2011-2013 гг. было установлено заметное влияние различных видов удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на продуктивность нута на черноземе южном степной зоны Саратовского Правобережья.

Наименьшая урожайность зерна нута отмечена на контрольном варианте первого фона питания без применения удобрений и обработки препаратами – 1,48 т/га в среднем за три года исследований (таблица 5.8, рисунок 5.1). При применении ризоторфина для предпосевной обработки семян урожайность повысилась до 1,61 т/га или на 8,8%. Все другие изучаемые препараты показали наивысший эффект при двукратном применении – при обработке семян и посевах. При этом урожайность зерна нута на варианте использования биопрепарата экстрасол повысилась до 1,63 т/га или на 10,1%; микроудобрения-стимулятора силиплант – до 1,96 т/га или 32,4%; стимулятора циркон – до 1,86 т/га или 25,7%.

Наивысшие показатели урожайности зерна нута как на контроле, так и на вариантах обработки препаратами были получены во втором фоне минерального питания, где применялись фосфорные удобрения в дозе  $P_{30}$ . Здесь на контроле урожайность составила 1,63 т/га, т.е. прибавка от фосфорных удобрений составила 0,15 т/га или 10,1%.

Самые большие прибавки урожайности зерна нута на фоне фосфорных удобрений были получены и от использования биопрепаратов и стимуляторов роста. При применении биопрепарата ризоторфин урожайность

Таблица 5.8 – Влияние различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на урожайность нута в степной зоне Саратовского Правобережья, т/га

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

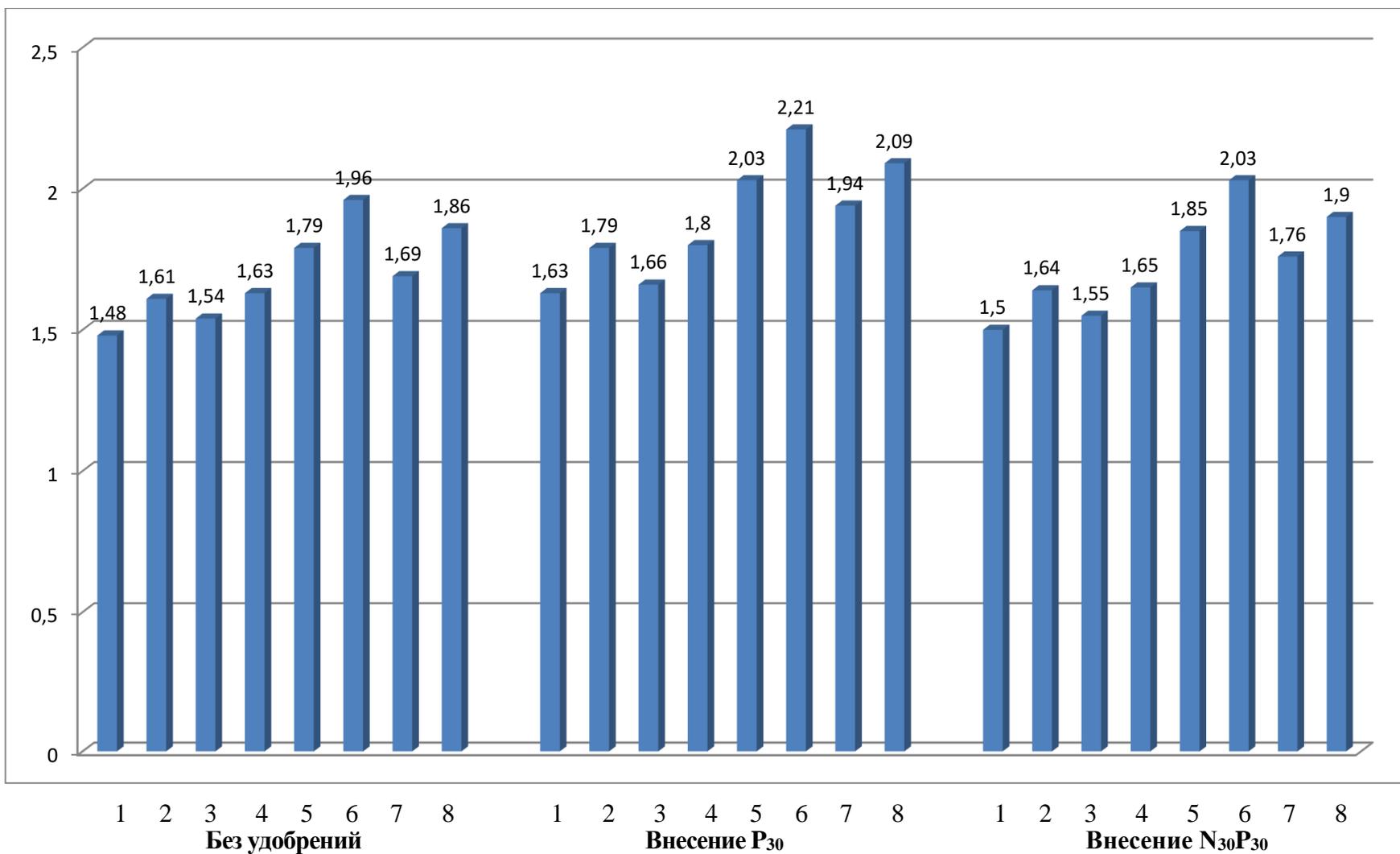


Рисунок 5.1 - Влияние различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на урожайность нута в степной зоне Саратовского Правобережья (среднее за 2011-2013 гг.), т/га

зерна повысилась до 1,79 т/га в среднем за три года исследований или на 9,8%. При двукратном применении биопрепарата экстрасол урожайность повысилась до 1,80 т/га или на 10,4%; микроудобрения со стимулирующим эффектом силиплант – до 2,21 т/га или на 35,6%; стимулятора роста циркон – до 2,09 т/га или на 28,2%.

На вариантах третьего фона минерального питания, где применялись азотно-фосфорные удобрения в дозе  $N_{30}P_{30}$ , урожайность нута немного превышала показатели первого блока, где минеральные удобрения не применялись, но значительно уступали показателям второго блока, где применялась доза  $P_{30}$ . Здесь на контроле урожайность зерна нута составила 1,50 т/га или на 0,13 т/га (8,7%) ниже контроля второго блока.

При применении биопрепарата ризоторфин урожайность повысилась до 1,64 т/га или на 9,3%; при двукратном применении биопрепарата экстрасол - до 1,65 т/га или на 10,0%; микроудобрения силиплант – до 2,03 т/га или 35,3%; стимулятора циркон – до 1,90 т/га или 26,7%.

Отмеченные закономерности формирования урожайности нута наблюдались во все три года проведения полевого эксперимента. При этом наименьшие показатели урожайности зерна по всем вариантам опыта отмечались в острозасушливом 2012 году, а наивысшие – в условиях наиболее обеспеченного влагой 2013 года.

В опыте выявлена важная особенность в формировании урожая нута при применении различных удобрений - в результате проведенных исследований установлено, что действие азотно-фосфорных удобрений было менее эффективным, чем только фосфорных, в связи с тем, что внесение минерального азота излишне стимулировало нарастание биомассы, а заложение и завязываемость бобов нута при этом ухудшалось. Подтверждение этому высказывалось нами раньше при анализе материала по формированию элементов продуктивности посевов нута.

## **6 ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ И СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА НА РАЗЛИЧНЫХ СОРТАХ НУТА В СТЕПНОЙ ЗОНЕ САРАТОВСКОГО ПРАВОБЕРЕЖЬЯ**

В условиях степной зоны Саратовского Правобережья главным лимитирующим фактором продуктивности агроценозов является влага. В результате частых засух и суховейных явлений в данном регионе отмечается очень низкий процент реализации продуктивного потенциала полевых культур. В наших исследованиях ставилась задача оценить эффективность применения биопрепаратов, микроудобрений и стимуляторов роста в решении данной проблемы посредством активизации адаптационных способностей растений различных сортов нута.

### **6.1 Особенности симбиотического процесса нута при применении различных биопрепаратов и стимуляторов роста**

Проведенные исследования позволили выявить определенные особенности симбиотического процесса нута при применении различных биопрепаратов, микроудобрений и стимуляторов роста.

Искусственная инокуляция семян нута биопрепаратом ризоторфин, содержащим специфичный и вирулентный штамм клубеньковых бактерий, обеспечивала активную симбиотическую продуктивность его агроценозов до фазы цветения включительно. На этом варианте в фазу цветения растений нута наблюдались наивысшие показатели по числу и массе клубеньков – 30,8 шт. и 304,9 мг. на 1 растение соответственно (таблица 6.1). Этот вариант с применением ризоторфина в наибольшей степени превосходил данные контроля - в 5,4 и 6,3 раза соответственно.

Проявление симбиотического процесса в фазу цветения нута по остальным изучаемым препаратам было следующим: биопрепарат экстра-сол – 17,5 клубеньков с общей массой 173,0 мг. на 1 растение; стимулятор роста циркон - 14,3 клубеньков с общей массой 144,4 мг. на 1 растение;

Таблица 6.1 – Влияние биопрепаратов и стимуляторов роста на симбиотический процесс нута в степной зоне Саратовского Правобережья (сорт Золотой юбилей)

Биопрепараты и стимуляторы роста	Число клубеньков, шт. на 1 растение				Масса клубеньков, мг. на 1 растение			
	2014 г	2015 г	2016 г	среднее	2014 г	2015 г	2016 г	среднее
В фазу цветения растений								
Контроль	6,5	6,7	3,8	5,7	57,3	63,5	23,6	48,1
Ризоторфин	34,1	39,5	18,7	30,8	338,8	406,3	169,5	304,9
Экстрасол	18,3	22,6	11,6	17,5	182,1	232,7	104,1	173,0
Циркон	18,0	16,3	8,6	14,3	175,4	179,3	78,4	144,4
Силиплант	19,6	21,3	9,6	16,8	196,0	230,1	86,7	170,9
Эпин-экстра	10,1	12,3	6,9	9,8	90,3	137,7	45,3	91,1
В фазу формирования бобов на растениях								
Контроль	3,1	3,5	2,0	2,9	19,2	26,4	8,5	18,0
Ризоторфин	19,8	24,7	9,7	18,1	134,1	170,2	70,1	124,8
Экстрасол	11,3	14,8	5,5	10,5	77,2	82,6	44,9	68,2
Циркон	14,2	12,3	6,0	10,8	86,4	119,5	40,3	82,1
Силиплант	15,7	17,9	7,0	13,5	110,0	154,3	46,6	103,6
Эпин-экстра	8,1	8,9	4,7	7,2	56,8	74,8	20,8	50,8
Сохранность симбиотического потенциала (живые клубеньки), %								
Контроль	47,7	52,2	52,6	50,9	33,5	41,6	36,0	37,4
Ризоторфин	58,1	62,5	51,9	58,8	39,6	41,9	41,4	40,9
Экстрасол	61,8	65,5	47,4	60,0	42,4	35,5	43,1	39,4
Циркон	78,9	75,5	69,8	75,5	49,3	66,7	51,4	56,8
Силиплант	80,1	84,0	72,9	80,4	56,1	67,1	53,8	60,6
Эпин-экстра	80,2	72,4	68,1	73,5	62,9	54,3	45,9	55,8

микроудобрение-стимулятор силиплант - 16,8 клубеньков с общей массой 170,9 мг. на 1 растение; стимулятор роста эпин-экстра - 9,8 клубеньков с общей массой 91,1 мг. на 1 растение.

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

Однако, проведенная оценка сохранности симбиотического потенциала к середине фазы формирования бобов по сравнению с фазой цветения позволила выявить существенную особенность. При применении различных препаратов показатели сохранности были следующими: ризоторфин – сохранилось 58,8% живых клубеньков и 40,9% массы клубеньков; экстрасол - сохранилось 60,0% живых клубеньков и 39,4% массы клубеньков; циркон - сохранилось 75,5% живых клубеньков и 56,8% массы клубеньков; силиплант - сохранилось 80,4% живых клубеньков и 60,6% массы клубеньков; эпин-экстра - сохранилось 73,5% живых клубеньков и 55,8% массы клубеньков. На контрольном варианте сохранность симбиотического потенциала была самой низкой в опыте – сохранилось 50,9% живых клубеньков и 37,4% массы клубеньков.

Таким образом, в результате проведенных исследований было установлено, что применение микроудобрения-стимулятора силиплант, а также стимуляторов роста циркон и эпин-экстра способствует более продуктивной работе симбиотического потенциала нута в период формирования бобов и созревания нута.

## **6.2 Влияние различных биопрепаратов и стимуляторов роста на рост и развитие агроценозов сортов нута**

В исследованиях установлено, что параметры роста и развития посевов нута заметно различались в зависимости от погодных условий отдельных лет, а также применяемых препаратов.

Выявлено, что показатели высоты растений, площади листьев и сухой надземной биомассы в условиях наиболее засушливого 2016 года были самыми низкими, а в условиях более благоприятных по увлажнению 2014 и 2015 гг. – заметно выше (таблицы 6.2-6.4).

Заметные изменения биометрических показателей посевов у всех изучаемых сортов нута отмечены при применении различных биопрепаратов и стимуляторов роста.

Наибольшие показатели высоты растений при применении биопрепаратов и стимуляторов были у сорта Вектор. При высоте растений на контроле 50,7 см в фазу полной спелости, на варианте использования экстрасола она увеличилась до 58,9 см; на варианте использования ризоторфина - до 60,4 см; на варианте использования циркона – до 62,6 см; на варианте эпина-экстра – до 62,8 см; на варианте использования силипланта – до 65,3 см по среднеголетним данным (таблица 6.5).

Наиболее развитая площадь листьев при применении биопрепаратов и стимуляторов были у сорта Золотой юбилей. При площади листьев на контроле 24,3 тыс. м<sup>2</sup>/га в фазу цветения, на варианте использования экстрасола она увеличилась до 28,2 тыс. м<sup>2</sup>/га; на варианте использования ризоторфина - до 28,5 тыс. м<sup>2</sup>/га; на варианте использования циркона – до 29,0 тыс. м<sup>2</sup>/га; на варианте использования эпина-экстра – до 29,8 тыс. м<sup>2</sup>/га; на варианте использования силипланта – до 30,0 тыс. м<sup>2</sup>/га.

У сорта Золотой юбилей при применении биопрепаратов и стимуляторов отмечались и наивысшие показатели нарастания сухой надземной

Таблица 6.2 – Влияние биопрепаратов и стимуляторов роста на биометрию сортов нута в степной зоне Саратовского Правобережья в условиях 2014 года

Сорт	Биопрепараты и стимуляторы роста	Высота растений в фазу полной спелости, см	Площадь листьев в момент максимума (цветение), тыс. м <sup>2</sup> /га	Сухая биомасса в фазу полной спелости, т/га
Краснокутский 36	Контроль	49,5	22,9	4,20
	Ризоторфин	55,9	27,5	5,28
	Экстрасол	53,7	25,0	4,65
	Циркон	57,0	26,8	5,11
	Силиплант	58,3	27,9	5,95
	Эпин-экстра	57,5	27,6	4,93
Золотой юбилей	Контроль	50,2	24,0	4,63
	Ризоторфин	56,9	29,6	5,91
	Экстрасол	56,0	27,7	5,40
	Циркон	58,7	28,9	6,24
	Силиплант	60,9	29,5	7,03
	Эпин-экстра	59,8	29,1	5,87
Вектор	Контроль	52,6	22,1	4,05
	Ризоторфин	61,0	24,7	5,08
	Экстрасол	58,8	23,3	4,47
	Циркон	62,7	24,7	4,89
	Силиплант	65,8	26,0	5,51
	Эпин-экстра	62,9	25,2	4,85

Таблица 6.3 – Влияние биопрепаратов и стимуляторов роста на биометрию сортов нута в степной зоне Саратовского Правобережья в условиях 2015 года

Сорт	Биопрепараты и стимуляторы роста	Высота растений в фазу полной спелости, см	Площадь листьев в момент максимума (цветение), тыс. м <sup>2</sup> /га	Сухая биомасса в фазу полной спелости, т/га
Краснокутский 36	Контроль	60,1	28,6	5,42
	Ризоторфин	68,5	32,8	6,81
	Экстрасол	65,6	28,2	6,36
	Циркон	66,4	32,5	7,10
	Силиплант	70,6	33,8	8,27
	Эпин-экстра	68,8	32,0	6,85
Золотой юбилей	Контроль	61,2	28,9	6,01
	Ризоторфин	69,1	34,2	7,59
	Экстрасол	65,9	33,6	7,18
	Циркон	70,7	34,5	8,13
	Силиплант	74,3	36,6	9,62
	Эпин-экстра	72,5	36,0	7,86
Вектор	Контроль	63,6	26,6	5,23
	Ризоторфин	69,5	30,1	6,44
	Экстрасол	70,6	28,6	5,64
	Циркон	74,8	29,6	6,35
	Силиплант	75,4	31,7	7,43
	Эпин-экстра	75,5	31,2	6,17

Таблица 6.4 – Влияние биопрепаратов и стимуляторов роста на биометрию сортов нута в степной зоне Саратовского Правобережья в условиях 2016 года

Сорт	Биопрепараты и стимуляторы роста	Высота растений в фазу полной спелости, см	Площадь листьев в момент максимума (цветение), тыс. м <sup>2</sup> /га	Сухая биомасса в фазу полной спелости, т/га
Краснокутский 36	Контроль	40,7	18,6	3,70
	Ризоторфин	45,8	21,5	4,43
	Экстрасол	44,0	22,3	3,85
	Циркон	49,1	21,8	4,23
	Силиплант	48,2	23,0	4,38
	Эпин-экстра	45,6	22,8	3,98
Золотой юбилей	Контроль	40,8	20,0	4,16
	Ризоторфин	46,7	21,8	4,91
	Экстрасол	45,6	23,3	4,26
	Циркон	48,6	23,6	4,83
	Силиплант	49,0	23,8	5,26
	Эпин-экстра	47,9	24,3	4,63
Вектор	Контроль	42,0	17,4	3,51
	Ризоторфин	50,6	20,6	4,44
	Экстрасол	47,4	18,7	3,67
	Циркон	50,3	19,6	3,86
	Силиплант	54,7	20,9	4,22
	Эпин-экстра	50,1	18,7	3,69

Таблица 6.5 – Влияние биопрепаратов и стимуляторов роста на биометрию сортов нута в степной зоне Саратовского Правобережья (среднее за 2014-2016 гг.)

Сорт	Биопрепараты и стимуляторы роста	Высота растений в фазу полной спелости, см	Площадь листьев в момент максимума (цветение), тыс. м <sup>2</sup> /га	Сухая биомасса в фазу полной спелости, т/га
Краснокутский 36	Контроль	50,1	23,4	4,44
	Ризоторфин	56,7	27,3	5,51
	Экстрасол	54,4	25,2	4,95
	Циркон	57,5	27,0	5,48
	Силиплант	59,0	28,2	6,20
	Эпин-экстра	57,3	27,5	5,25
Золотой юбилей	Контроль	50,7	24,3	4,93
	Ризоторфин	57,6	28,5	6,14
	Экстрасол	55,8	28,2	5,61
	Циркон	59,3	29,0	6,40
	Силиплант	61,4	30,0	7,30
	Эпин-экстра	60,1	29,8	6,12
Вектор	Контроль	52,7	22,0	4,26
	Ризоторфин	60,4	25,1	5,32
	Экстрасол	58,9	23,5	4,59
	Циркон	62,6	24,6	5,03
	Силиплант	65,3	26,2	5,72
	Эпин-экстра	62,8	25,0	4,90

сухой биомассы посевов. При величине сухой биомассы на контроле 4,93 т/га в фазу полной спелости, на варианте использования экстрасола она увеличилась до 5,61 т/га; на варианте использования эпина-экстра – до 6,12 т/га; на варианте использования ризоторфина - до 6,14 т/га; на варианте использования циркона – до 6,40 т/га; на варианте использования силипланта – до 7,30 т/га в среднем за три года.

Таким образом в опыте прослеживается явно выраженное положительное влияние микроудобрения-стимулятора силиплант, стимуляторов роста циркон и эпин-экстра, а также биопрепарата ризоторфин на ростовые процессы, особенно на формирование площади листовой поверхности и накоплении сухой надземной биомассы посевов.

### **6.3 Влияние различных биопрепаратов и стимуляторов роста фотосинтетический процесс сортов нута**

В результате исследований установлено, что наивысшие показатели фотосинтетической деятельности посевов при применении биопрепаратов и стимуляторов роста были достигнуты у сорта Золотой юбилей. Так, если на контрольном варианте у данного сорта фотосинтетический потенциал составил 1094 тыс. м<sup>2</sup>\*сутки/га, то при применении биопрепарата экстрасол показатель увеличился до 1224 тыс. м<sup>2</sup>\*сутки/га; биопрепарата ризоторфин - до 1282 тыс. м<sup>2</sup>\*сутки/га; стимулятора роста циркон - до 1305 тыс. м<sup>2</sup>\*сутки/га; стимулятора роста эпин-экстра - до 1341 тыс. м<sup>2</sup>\*сутки/га; микроудобрения со стимулирующим эффектом силиплант - до 1350 тыс. м<sup>2</sup>\*сутки в среднем за три года (таблица 6.6).

По показателю чистой продуктивности фотосинтеза получены следующие результаты: на контрольном варианте – 4,51 г/м<sup>2</sup>\*сутки; на варианте применения стимулятора эпин-экстра - 4,56 г/м<sup>2</sup>\*сутки; на варианте при применения биопрепарата экстрасол - 4,58 г/м<sup>2</sup>\*сутки; на варианте применения биопрепарата ризоторфин - 4,79 г/м<sup>2</sup>\*сутки; на варианте

Таблица 6.6 – Влияние биопрепаратов и стимуляторов роста на фотосинтез сортов нута в степной зоне Саратовского Правобережья (среднее за 2014-2016 гг.)

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

применения стимулятора роста циркон - 4,90 г/м<sup>2</sup>\*сутки; на варианте применения микроудобрения силиплант – 5,41 г/м<sup>2</sup>\*сутки.

Сорт Краснокутский 36 уступал сорту Золотой юбилей на аналогичных вариантах применения биопрепаратов и стимуляторов роста по показателям фотосинтетического потенциала на 2,9-6,0%, по показателям чистой продуктивности фотосинтеза - на 4,6-9,4%, а сорт Вектор еще больше – на 9,5-16,0 и 1,7-10,3% соответственно.

#### **6.4 Влияние различных биопрепаратов и стимуляторов роста на формирование элементов продуктивности сортов нута**

Анализ элементов структуры урожая трех изучаемых сортов нута в данном опыте в целом подтвердил закономерности, выявленные во втором опыте, но выявил и сортовые особенности.

В исследованиях установлено, что наивысшие показатели элементов продуктивности посевов нута при применении биопрепаратов и стимуляторов роста были достигнуты у сорта Золотой юбилей. Так, если на контрольном варианте у данного сорта число растений к уборке урожая составляло 56,2 шт. на 1 м<sup>2</sup>, число зерен на 1 растении - 14,5 шт., масса зерна с 1 растения - 3,02 г., масса 1000 зерен – 208 г., то на лучшем варианте применения микроудобрения со стимулирующим эффектом силиплант показатели были значительно выше - число растений к уборке урожая - 64,3 шт. на 1 м<sup>2</sup>, число зерен на 1 растении - 17,0 шт., масса зерна с 1 растения - 3,92 г., масса 1000 зерен – 230 г (таблица 6.7).

Высокие показатели элементов продуктивности у сорта Золотой юбилей отмечались и при применении стимулятора роста циркон: число растений к уборке урожая - 62,6 шт. на 1 м<sup>2</sup>, число зерен на 1 растении - 15,2 шт., масса зерна с 1 растения - 3,64 г., масса 1000 зерен – 239 г. Чуть ниже были показатели элементов продуктивности посева при применении стимулятора роста эпин-экстра: число растений к уборке урожая - 62,1 шт.

Таблица 6.7 – Влияние биопрепаратов и стимуляторов роста на элементы продуктивности сортов нута в Саратовском Правобережье (среднее за 2014-2016 гг.)

Сорт	Биопрепараты и стимуляторы роста	Число растений в уборку, шт./м <sup>2</sup>	Число зерен на 1 растении, шт.	Масса зерна с 1 растения, г	Масса 1000 зерен, г
Краснокутский 36	Контроль	55,2	14,1	2,86	203
	Ризоторфин	59,5	14,2	2,92	215
	Экстрасол	60,6	14,5	3,00	206
	Циркон	61,7	14,4	3,26	227
	Силиплант	63,5	15,6	3,47	223
	Эпин-экстра	60,9	14,6	3,10	216
Золотой юбилей	Контроль	56,2	14,5	3,02	208
	Ризоторфин	60,5	14,9	3,11	209
	Экстрасол	60,2	15,2	3,34	220
	Циркон	62,6	15,2	3,64	239
	Силиплант	64,3	17,0	3,92	230
	Эпин-экстра	62,1	15,6	3,43	222
Вектор	Контроль	54,2	10,2	2,57	250
	Ризоторфин	58,4	10,2	2,60	254
	Экстрасол	58,7	10,3	2,64	252
	Циркон	61,4	10,1	2,75	279
	Силиплант	62,0	11,2	3,01	268
	Эпин-экстра	59,9	10,7	2,76	257

на 1 м<sup>2</sup>, число зерен на 1 растении - 15,6 шт., масса зерна с 1 растения - 3,43 г., масса 1000 зерен – 222 г. Варианты применения биопрепаратов ризоторфин и экстрасол заметно уступали по параметрам элементов продуктивности вариантам применения стимуляторов роста.

В посевах сортов Краснокутский 36 и Вектор параметры элементов продуктивности были ниже, чем у лучшего сорта Золотой юбилей, соответственно на 15 и 25% в среднем на аналогичных вариантах.

Применение стимулятора циркон обеспечивало наивысшую массу 1000 зерен у всех изучаемых сортов и эту особенность, несомненно, необходимо использовать в семеноводстве нута.

В исследованиях выявлено, что определяемые в опыте элементы продуктивности посевов нута в условиях наиболее засушливого 2016 года были самыми низкими, а в условиях более благоприятных по увлажнению 2014 и 2015 гг. – заметно выше (приложения 25-27).

### **6.5 Влияние различных биопрепаратов и стимуляторов роста на урожайность сортов нута**

В опытах 2014-2016 гг. при анализе данных урожайности была выявлена различная реакция рекомендованных к возделыванию в зоне сортов нута на применение биопрепаратов и стимуляторов роста.

Наибольшую отзывчивость на применение биопрепаратов и стимуляторов роста показал новый недавно рекомендованный к возделыванию сорт нута Золотой юбилей. У данного сорта при урожайности зерна на контрольном варианте - 1,70 т/га применение биопрепарата ризоторфин повысило ее до 1,88 т/га или на 10,6%; биопрепарата экстрасол – до 2,01 т/га или на 18,2%; стимулятора роста эпин-экстра – до 2,13 т/га или на 25,3%; стимулятора роста циркон – до 2,28 т/га или на 34,1%; микроудобрения со стимулирующим эффектом силиплант – до 2,52 т/га или на 48,2% в среднем за три года исследований (таблица 6.8, рисунок 6.1).

Таблица 6.8 – Влияние биопрепаратов и стимуляторов роста на урожайность сортов нута при выращивании в степной зоне Саратовского Правобережья, т/га

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

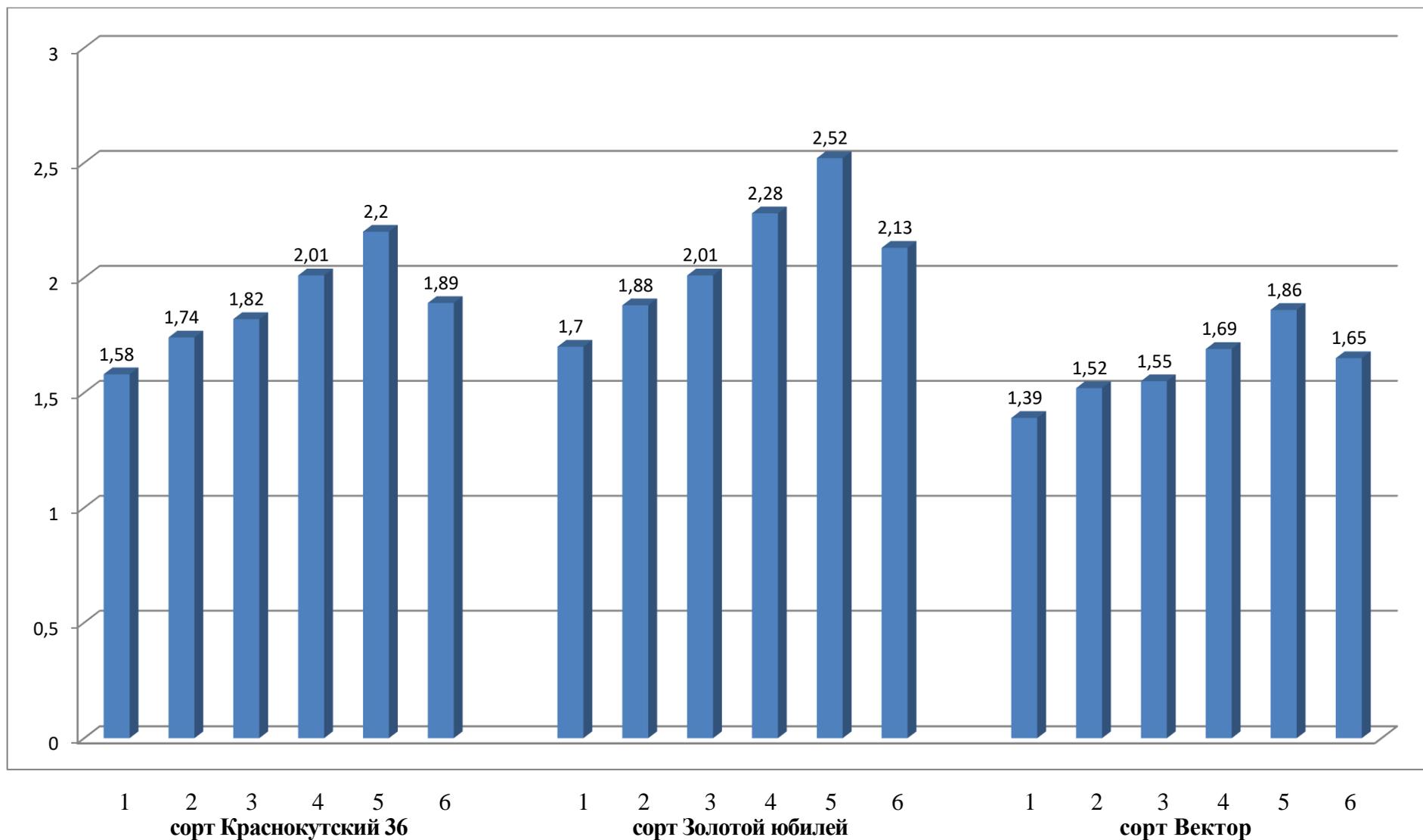


Рисунок 6.1 - Влияние биопрепаратов и стимуляторов роста на урожайность сортов нута при выращивании в степной зоне Саратовского Правобережья (среднее за 2014-2016 гг.), т/га

Также достаточно высокую отзывчивость показал и наиболее широко возделываемый в зоне стандартный сорт Краснокутский 36, у которого применение биопрепарата ризоторфин повысило урожайность зерна до 1,74 т/га или на 10,1% по отношению к контролю; биопрепарата экстрасол – до 1,82 т/га или на 15,2%; стимулятора роста эпин-экстра – до 1,89 т/га или 19,6%; стимулятора роста циркон – до 2,01 т/га или на 27,2%; микроудобрения-стимулятора силиплант – до 2,20 т/га или на 39,2% в среднем за три года проведенных исследований.

У сорта Вектор урожайность зерна была ниже, чем у сортов Золотой юбилей и Краснокутский 36. На контроле у данного сорта она составила 1,39 т/га. Применение биопрепарата ризоторфин повысило урожайность сорта Вектор до 1,52 т/га или на 9,4%; биопрепарата экстрасол – до 1,55 т/га или на 11,5%; стимулятора роста эпин-экстра – до 1,65 т/га или 18,7%; стимулятора роста циркон – до 1,69 т/га или на 21,6%; микроудобрения со стимулирующим эффектом силиплант – до 1,86 т/га или на 33,8% в среднем за три года исследований.

Таким образом, при изучении эффективности различных биопрепаратов и стимуляторов роста на черноземах южных Саратовского Правобережья установлено, что наивысшие показатели урожайности зерна нута были достигнуты при применении микроудобрения со стимулирующим эффектом силиплант и стимулятора роста циркон.

Из трех изучаемых сортов нута наибольшую отзывчивость на применение силипланта и циркона продемонстрировал новый недавно районированный в регионе сорт Золотой юбилей.

## **6.6 Влияние различных биопрепаратов и стимуляторов роста на накопление белка в зерне нута**

Одной из важнейших задач наших исследований являлась получение зерна нута с высоким содержанием белка (таблица 6.9).

Таблица 6.9 – Влияние биопрепаратов и стимуляторов роста на накопление белка в зерне нута в степной зоне Саратовского Правобережья

Сорт	Биопрепараты и регуляторы роста	Содержание белка в зерне, %				Накопление белка, кг/га			
		2014 г	2015 г	2016 г	среднее	2014 г	2015 г	2016 г	среднее
Краснокутский 36	Контроль	23,5	22,1	24,4	23,3	350	427	320	366
	Ризоторфин	25,3	23,6	26,0	25,0	423	508	364	432
	Экстрасол	24,4	23,3	25,2	24,3	417	545	355	439
	Циркон	24,5	22,7	25,5	24,2	468	595	386	483
	Силиплант	24,8	23,4	25,4	24,5	526	707	374	536
	Эпин-экстра	24,2	22,7	25,0	24,0	431	552	365	449
Золотой юбилей	Контроль	23,8	22,3	24,5	23,5	388	458	348	398
	Ризоторфин	25,6	24,0	26,6	25,4	459	557	410	475
	Экстрасол	24,7	23,4	25,5	24,5	469	611	385	488
	Циркон	24,9	23,2	25,7	24,6	541	680	450	557
	Силиплант	24,7	24,0	25,8	24,8	606	814	444	621
	Эпин-экстра	25,0	23,4	25,6	24,7	520	642	402	521
Вектор	Контроль	25,1	24,2	26,0	25,1	332	424	289	348
	Ризоторфин	26,7	25,9	27,7	26,8	385	485	347	406
	Экстрасол	26,4	25,1	27,2	26,2	399	477	338	405
	Циркон	26,2	25,7	27,1	26,3	422	548	361	444
	Силиплант	26,6	25,4	27,6	26,5	485	628	359	491
	Эпин-экстра	25,9	25,5	27,0	26,1	415	539	338	431

Данные исследований показывают, что применение биопрепарата ризоторфин оказывало наибольшее влияние на содержание белка в зерне нута у всех изучаемых сортов. Так, если у лучшего по этому показателю сорта Вектор на контроле содержание белка в зерне составляло 25,1% в среднем за три года, то на варианте посева семян обработанных ризоторфином – 26,8% (прибавка 1,7%).

В опыте отмечено положительное влияние на содержание белка в зерне и всех других изучаемых препаратов - на варианте применения стимулятора эпин-экстра содержание белка повысилось до 26,1% (прибавка 1,0%); на варианте применения биопрепарата экстрасол – до 26,2% (прибавка 1,2%); на варианте применения стимулятора циркон – до 26,3% (прибавка 1,2%); на варианте применения микроудобрения со стимулирующим эффектом силиплант – до 26,5% (прибавка 1,4%).

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

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

## **7 БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕКОМЕНДУЕМЫХ ПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НУТА**

В наших исследованиях была проведена разносторонняя оценка эффективности рекомендуемых приемов возделывания нута. Для обоснования научной значимости результатов была выполнена биоэнергетическая оценка (Коринец В.В., 1986; Посыпанов Г.С., Долгодворов В.Е., 1995, Посыпанов Г.С. и др., 2006), а для доказательства их практической значимости – проведены расчеты экономической эффективности (ВАСХНИИЛ, 1983, 1989; ВНИ кормов им. В.Р. Вильямса, 1989, 1995). Обе оценки доказали высокую эффективность сделанных рекомендаций.

### **7.1 Биоэнергетическая оценка**

При проведении биоэнергетической оценки рассчитывались такие важнейшие показатели, как суммарное накопление энергии в урожае (зерно + солома), затраты энергии на выращивание нута, приращение энергии и коэффициент энергетической эффективности.

В первом опыте с оценкой совместного влияния способов посева и норм высева нута достигнуть наибольших биоэнергетических показателей позволило применение рядового посева с междурядьями 30 см и нормой высева 0,6 млн. всхожих семян на 1 гектар – получено самое высокое накопление совокупной энергии в урожае – 58,94 ГДж/га, наибольшее приращение энергии 44,18 ГДж/га и наивысший коэффициент энергетической эффективности – 2,99 (таблица 7.1).

Практически такой же уровень показателей обеспечило применение рядового способа посева с междурядьями 15 см и нормой высева 0,9 млн. всхожих семян на 1 гектар: накопление совокупной энергии в урожае – 58,62 ГДж/га; приращение энергии - 43,83 ГДж/га и коэффициент энергетической эффективности – 2,96.

Таблица 7.1 – Биоэнергетическая оценка применения различных способов посева и норм высева нута  
(среднее за 2011-2013 гг.)

Варианты опыта		Урожай- ность, т/га	Накопление энергии в уро- жае, ГДж/га	Затраты энер- гии на выра- щивание, ГДж/га	Приращение энергии, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности (КЭЭ)
Способ посева	норма вы- сева семян, млн. шт./га					
Рядовой с меж- дурядьями 15 см	0,7	1,42	53,77	14,56	39,21	2,69
	0,8	1,49	57,23	14,67	42,56	2,90
	0,9	1,57	58,62	14,79	43,83	2,96
	1,0	1,46	55,10	14,72	40,38	2,74
	1,1	1,29	51,14	14,59	36,55	2,51
Рядовой с меж- дурядьями 30 см	0,4	1,20	42,22	14,22	28,00	1,97
	0,5	1,44	49,79	14,50	35,29	2,43
	0,6	1,66	58,94	14,76	44,18	2,99
	0,7	1,51	58,32	14,65	43,67	2,98
	0,8	1,32	54,67	14,50	40,17	2,77
широкорядный с междурядьями 45 см	0,4	1,23	42,51	14,25	28,26	1,98
	0,5	1,45	49,90	14,50	35,48	2,45
	0,6	1,41	55,95	14,51	41,44	2,86
	0,7	1,30	52,46	14,44	38,02	2,63
	0,8	1,22	50,07	14,40	35,67	2,48

Таблица 7.2 – Биоэнергетическая оценка применения различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста при выращивании нута (среднее за 2011-2013 гг.)

Варианты опыта		Урожайность, т/га	Накопление энергии в урожае, ГДж/га	Затраты энергии на выращивание, ГДж/га	Приращение энергии, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности
фон минерального питания	биопрепараты и стимуляторы роста					
Без удобрений	Контроль	1,48	72,69	14,74	57,95	3,93
	Ризоторфин(С)	1,61	85,05	15,07	69,98	4,64
	Экстрасол(С)	1,54	78,07	15,00	63,07	4,21
	Экстрасол(С+П)	1,63	85,16	15,29	69,87	4,57
	Силиплант(С)	1,79	88,80	15,25	73,55	4,82
	Силиплант(С+П)	1,96	94,88	15,62	79,26	5,07
	Циркон(С)	1,69	89,84	15,15	74,69	4,93
	Циркон(С+П)	1,86	94,22	15,52	78,70	5,07
P <sub>30</sub>	Контроль	1,63	76,70	15,49	61,21	3,95
	Ризоторфин(С)	1,79	90,07	15,85	74,22	4,68
	Экстрасол(С)	1,66	81,50	15,72	65,48	4,17
	Экстрасол(С+П)	1,80	89,83	16,06	73,77	4,59
	Силиплант(С)	2,03	95,66	16,09	79,57	4,96
	Силиплант(С+П)	2,21	104,34	16,41	87,93	5,36
	Циркон(С)	1,94	96,04	16,00	80,04	5,00
	Циркон(С+П)	2,09	103,99	16,38	87,63	5,35
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub>	Контроль	1,50	77,16	17,76	59,40	3,35
	Ризоторфин(С)	1,64	90,29	18,10	72,19	3,99
	Экстрасол(С)	1,55	83,20	18,01	65,19	3,62
	Экстрасол(С+П)	1,65	90,20	18,31	71,89	3,93
	Силиплант(С)	1,85	91,64	18,31	73,33	4,01
	Силиплант(С+П)	2,03	103,56	18,69	84,87	4,54
	Циркон(С)	1,76	95,69	18,22	77,47	4,25
	Циркон(С+П)	1,90	106,29	18,56	86,73	4,67

Таблица 7.3 – Биоэнергетическая оценка применения удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста при выращивании различных сортов нута (среднее за 2014-2016 гг.)

Варианты опыта		Урожай- ность, т/га	Накопление энергии в уро- жае, ГДж/га	Затраты энер- гии на выра- щивание, ГДж/га	Приращение энергии, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности (КЭЭ)
сорт	биопрепараты и стимулято- ры роста					
Краснокут- ский 36	Контроль	1,58	70,67	15,44	55,23	3,58
	Ризоторфин	1,74	86,57	15,80	70,77	4,48
	Экстрасол	1,82	79,07	16,08	62,99	3,92
	Циркон	2,01	87,52	16,27	71,25	4,38
	Силиплант	2,20	98,64	16,46	82,18	4,99
	Эпин-экстра	1,89	83,67	16,15	67,52	4,18
Золотой юбилей	Контроль	1,70	78,18	15,56	62,62	4,02
	Ризоторфин	1,88	96,16	15,94	80,22	5,03
	Экстрасол	2,01	89,35	16,27	73,08	4,49
	Циркон	2,28	101,87	16,54	85,33	5,16
	Силиплант	2,52	115,78	16,78	99,00	5,90
	Эпин-экстра	2,13	97,16	16,39	80,77	4,93
Вектор	Контроль	1,39	67,16	16,25	51,91	3,40
	Ризоторфин	1,52	82,76	15,58	67,18	4,31
	Экстрасол	1,55	72,62	15,81	56,81	3,59
	Циркон	1,69	79,54	15,95	63,59	3,99
	Силиплант	1,86	90,14	16,12	74,02	4,59
	Эпин-экстра	1,65	77,51	15,91	61,60	3,87

Во втором опыте с минеральными удобрениями, биопрепаратами и стимуляторами роста наибольшие биоэнергетические показатели обеспечило двукратное применение микроудобрения со стимулирующим эффектом силиплант на фоне внесения под вспашку минеральных удобрений в дозе Р<sub>30</sub>: накопление энергии в урожае составило 104,34 ГДж/га, приращение энергии 87,93 ГДж/га и коэффициент энергетической эффективности – 5,36 (таблица 7.2).

Наилучшие в исследованиях биоэнергетические показатели получены в третьем опыте при двукратном применении микроудобрения со стимулирующим эффектом силиплант при выращивании сорта нута Золотой юбилей: было достигнуто максимальное накопление энергии в выращенном урожае – 115,78 ГДж/га, наибольшее приращение энергии – 99,00 ГДж/га и наивысший из всех трех опытов коэффициент энергетической эффективности – 5,90 (таблица 7.3).

Также очень высокие биоэнергетические показатели получены при двукратном применении стимулятора роста циркон: накопление энергии в выращенном урожае – 101,87 ГДж/га, приращение энергии – 85,33 ГДж/га и коэффициент энергетической эффективности – 5,16.

## **7.2 Экономическая эффективность**

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

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

В наших исследованиях прямые затраты средств 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, выраженном в процентах.

В расчетах использовалась средняя рыночная стоимость зерна нута на период проведения исследований в 2011-2016 гг.: 12 тыс. рублей за 1 тонну обычного нута сортов Краснокутский 36 и Золотой юбилей и 15 тыс. рублей за 1 тонну крупнозерного нута сорта Вектор.

В первом опыте с оценкой совместного влияния способов посева и норм высева нута на черноземе южном Саратовского Правобережья наиболее выгодным было применение рядового посева с междурядьями 30 см и нормой высева 0,6 млн. всхожих семян на 1 гектар - при урожайности зерна 1,66 т/га были получены наилучшие в данном опыте экономические показатели: наибольший условно чистый доход – 14,11 тыс. рублей с 1 гектара, самый высокий уровень рентабельности – 243% и наименьшая рентабельность 1 тонны зерна – 3,50 тыс. рублей (таблица 7.4). Также очень выгодно выращивание нута при рядовом способе посева с междурядьями 15 см и применением нормы высева 0,9 млн. всхожих семян на 1 гектар – при урожайности 1,57 т/га получено 12,48 тыс. рублей с 1 гектара условно чистого дохода при уровне рентабельности – 196% и себестоимости зерна – 4,05 тыс. руб./т (таблица 7.4).

Во втором опыте с минеральными удобрениями, биопрепаратами и стимуляторами роста наилучшие экономические показатели обеспечило двукратное применение микроудобрения со стимулирующим эффектом силиплант на фоне внесения под вспашку минеральных удобрений в дозе P<sub>30</sub>: при урожайности зерна нута 2,21 т/га было получено 18,78 тыс. руб./га условно чистого дохода при уровне рентабельности – 241% и низкой себестоимости 1 тонны зерна – 3,52 тыс. рублей (таблица 7.5).

Таблица 7.4– Экономическая эффективность применения различных способов посева и норм высева нута (среднее за 2011-2013 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 рентабель- ности, %
Способ посева	норма вы- сева семян, млн. шт./га						
Рядовой с меж- дурядьями 15 см	0,7	1,42	17,04	5,89	4,15	11,15	189
	0,8	1,49	17,88	6,13	4,11	11,75	192
	0,9	1,57	18,84	6,36	4,05	12,48	196
	1,0	1,46	17,52	6,51	4,46	11,01	169
	1,1	1,29	15,48	6,62	5,13	8,86	134
Рядовой с меж- дурядьями 30 см	0,4	1,20	14,40	5,18	4,32	9,22	178
	0,5	1,44	17,28	5,50	3,82	11,78	215
	0,6	1,66	19,92	5,81	3,50	14,11	243
	0,7	1,51	18,12	5,94	3,93	12,18	205
	0,8	1,32	15,84	6,04	4,58	9,80	162
широкорядный с междурядьями 45 см	0,4	1,23	14,76	5,19	4,22	9,57	184
	0,5	1,45	17,40	5,50	3,79	11,90	216
	0,6	1,41	16,92	5,68	4,03	11,24	198
	0,7	1,30	15,60	5,83	4,49	9,77	168
	0,8	1,22	14,64	5,99	4,91	8,65	144

Таблица 7.5 – Экономическая эффективность применения различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста при выращивании нута (среднее за 2011-2013 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, %
фон минерального питания	биопрепараты и стимуляторы роста						
Без удобрений	Контроль	1,48	17,76	6,52	4,41	11,24	172
	Ризоторфин(С)	1,61	19,32	6,89	4,28	12,43	180
	Экстрасол(С)	1,54	18,48	6,75	4,38	11,73	174
	Экстрасол(С+П)	1,63	19,56	7,00	4,29	12,56	179
	Силиплант(С)	1,79	21,48	6,88	3,84	14,60	212
	Силиплант(С+П)	1,96	23,52	7,16	3,65	16,36	225
	Циркон(С)	1,69	20,28	6,82	4,04	13,46	197
	Циркон(С+П)	1,86	22,32	7,11	3,82	15,21	214
P <sub>30</sub>	Контроль	1,63	19,56	7,10	4,36	12,46	176
	Ризоторфин(С)	1,79	21,48	7,48	4,18	14,00	187
	Экстрасол(С)	1,66	19,92	7,31	4,40	12,61	173
	Экстрасол(С+П)	1,80	21,60	7,58	4,21	14,02	185
	Силиплант(С)	2,03	24,36	7,50	3,69	16,86	225
	Силиплант(С+П)	2,21	26,52	7,78	3,52	18,78	241
	Циркон(С)	1,94	23,28	7,45	3,84	15,83	213
	Циркон(С+П)	2,09	25,08	7,73	3,70	17,35	225
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub>	Контроль	1,50	18,00	7,47	4,98	10,53	141
	Ризоторфин(С)	1,64	19,68	7,84	4,78	11,84	151
	Экстрасол(С)	1,55	18,60	7,70	4,97	10,90	142
	Экстрасол(С+П)	1,65	19,80	7,95	4,82	11,85	149
	Силиплант(С)	1,85	22,20	7,83	4,23	14,37	184
	Силиплант(С+П)	2,03	24,36	8,14	4,01	16,22	199
	Циркон(С)	1,76	21,12	7,80	4,43	13,32	171
	Циркон(С+П)	1,90	22,80	8,07	4,25	14,73	183

Таблица 7.6 – Экономическая эффективность применения удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста при выращивании различных сортов нута (среднее за 2014-2016 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, %
сорт	биопрепараты и стимуляторы роста						
Краснокутский 36	Контроль	1,58	18,96	6,87	4,35	12,09	176
	Ризоторфин	1,74	20,88	7,25	4,17	13,63	188
	Экстрасол	1,82	21,84	7,29	4,01	14,55	200
	Циркон	2,01	24,12	7,48	3,72	16,64	223
	Силиплант	2,20	26,40	7,58	3,45	18,82	248
	Эпин-экстра	1,89	22,68	7,43	3,93	15,25	205
Золотой юбилей	Контроль	1,70	20,40	6,93	4,08	13,47	194
	Ризоторфин	1,88	22,56	7,32	3,89	15,24	208
	Экстрасол	2,01	24,12	7,39	3,68	16,73	226
	Циркон	2,28	27,36	7,62	3,34	19,74	259
	Силиплант	2,52	30,24	7,74	3,07	22,50	291
	Эпин-экстра	2,13	25,56	7,50	3,52	18,06	241
Вектор	Контроль	1,39	20,85	6,78	4,88	14,07	207
	Ризоторфин	1,52	22,80	7,14	4,70	15,66	219
	Экстрасол	1,55	23,25	7,16	4,62	16,09	225
	Циркон	1,69	25,35	7,32	4,33	18,03	246
	Силиплант	1,86	27,90	7,41	3,98	20,49	276
	Эпин-экстра	1,65	24,75	7,31	4,43	17,44	239

Наилучшие в проведенных исследованиях экономические показатели получены в третьем опыте при двукратном применении микроудобрения со стимулирующим эффектом силиплант при выращивании сорта нута Золотой юбилей: при урожайности зерна нута 2,52 т/га был получен наибольший в опытах условно чистый доход – 22,50 тыс. руб./га, максимальный уровень рентабельности – 291% и самая низкая себестоимости 1 тонны зерна – 3,07 тыс. рублей (таблица 7.6).

Также очень высокие экономические показатели получены при двукратном применении стимулятора роста циркон на сорте Золотой юбилей: условно чистый доход – 19,74 тыс. руб./га, уровень рентабельности – 259% и себестоимости производства 1 тонны зерна – 3,34 тыс. рублей.

Хорошие экономические показатели получены при двукратном применении микроудобрения силиплант и стимулятора роста циркон на сорте Вектор: довольно высокие показатели условно чистого дохода – соответственно 20,49 и 18,03 тыс. руб./га; уровня рентабельности – соответственно 276 и 246%. Но себестоимости производства 1 тонны зерна из-за низкого уровня урожайности у данного сорта заметно выше, чем у сорта Золотой юбилей – соответственно 3,98 и 4,33 тыс. рублей.

Сорт Краснокутский 36 также уступает сорту Золотой юбилей по экономическим показателям вследствие того, что его урожайность в среднесрочном тренде ниже.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

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

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

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

Самой высокой симбиотической продуктивностью отличались агроценозы, созданные с использованием в предпосевной обработке семян нута специализированного бактериального препарата – ризоторфина. Это преимущество проявлялось на всех изучаемых фонах минерального питания

(без удобрений; внесение  $P_{30}$ ; внесение  $N_{30}P_{30}$ ). При этом, наивысшие показатели по числу и массе клубеньков отмечены при применении ризоторфина на втором фоне минерального питания где использовались фосфорные удобрения в дозе  $P_{30}$  – 31,5 шт. и 318,4 мг. на 1 растение в фазу цветения нута.

Наибольшие показатели сухой биомассы сформировались при применении биопрепаратов и стимуляторов роста на третьем фоне минерального питания ( $N_{30}P_{30}$ ): при обработке семян ризоторфином - 5,81 т/га; при обработке семян экстразолом – 5,34 т/га; при обработке семян и посевов экстразолом – 5,80 т/га; при обработке семян силиплантом – 5,83 т/га; при обработке семян и посевов силиплантом – 6,61 т/га; при обработке семян цирконом – 6,15 т/га; при обработке семян и посевов цирконом – 6,78 т/га в среднем за три года исследований. По сравнению с не удобрённым первым фоном прирост сухой надземной биомассы по изучаемым вариантам составил 0,18-0,77 т/га.

Оптимальные показатели структуры урожая сформировались на варианте двукратного применения микроудобрения-стимулятора силиплант на фоне допосевого внесения фосфорных удобрений в дозе  $P_{30}$ : число растений в уборку – 70,6 шт./м<sup>2</sup>; число зерен на 1 растении – 15,3 шт.; масса зерна с 1 растения – 3,12 грамм, масса 1000 зерен – 203 грамма. Двукратное применение стимулятора роста циркон на фоне допосевого внесения фосфорных удобрений в дозе  $P_{30}$  обеспечило также высокие результаты, особенно по массе 1000 зерен, которая была максимальной в опыте - 212 грамм в среднем за три года.

Самые большие прибавки урожайности зерна нута получены и от использования биопрепаратов и стимуляторов роста на фоне фосфорных удобрений. При применении биопрепарата ризоторфин урожайность зерна повысилась до 1,79 т/га или на 9,8%; при двукратном применении биопрепарата экстразол - до 1,80 т/га или на 10,4%; микроудобрения со стимулирующим

эффектом силиплант – до 2,21 т/га или на 35,6%; стимулятора роста циркон – до 2,09 т/га или на 28,2%.

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

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

Наивысшие показатели фотосинтетической деятельности посевов при применении биопрепаратов и стимуляторов роста были достигнуты у сорта Золотой юбилей. Так, если на контрольном варианте у данного сорта ФП составил 1094 тыс. м<sup>2</sup>\*сутки/га, то при применении биопрепарата ризоторфин он увеличился до 1282 тыс. м<sup>2</sup>\*сутки/га; стимулятора роста циркон - до 1305 тыс. м<sup>2</sup>\*сутки/га; микроудобрения силиплант - до 1350 тыс. м<sup>2</sup>\*сутки. Показатель ЧПФ: на контрольном варианте – 4,51 г/м<sup>2</sup>\*сутки; на варианте применения биопрепарата ризоторфин - 4,79 г/м<sup>2</sup>\*сутки; стимулятора роста циркон - 4,90 г/м<sup>2</sup>\*сутки; микроудобрения силиплант – 5,41 г/м<sup>2</sup>\*сутки.

Наибольшую отзывчивость на применение биопрепаратов и стимуляторов роста показал новый недавно рекомендованный к возделыванию сорт нута Золотой юбилей. У данного сорта при урожайности зерна на контрольном ва-

рианте - 1,70 т/га применение стимулятора роста циркон повысило ее до 2,28 т/га или на 34,1%; микроудобрения со стимулирующим эффектом силиплант – до 2,52 т/га или на 48,2%.

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

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

По экономическим показателям наиболее выгодным также является двукратное применение микроудобрения со стимулирующим эффектом силиплант при выращивании сорта нута Золотой юбилей: при урожайности зерна нута 2,52 т/га был получен наибольший в опытах условно чистый доход – 22,50 тыс. руб./га, максимальный уровень рентабельности – 291% и самая низкая себестоимости 1 тонны зерна – 3,07 тыс. рублей.

Высокие экономические показатели получены при двукратном применении стимулятора роста циркон на сорте Золотой юбилей: условно чистый доход – 19,74 тыс. руб./га, уровень рентабельности – 259% и себестоимости производства 1 тонны зерна – 3,34 тыс. рублей.

## ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

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

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

## 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.: Гидрометеоиздат, 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. Антоний, А.К., Пылов А.П. Зернобобовые культуры на корм и семена / А.К. Антоний, А.П. Пылов. – М.: Колос, 1980.
6. 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.
7. 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.
8. Аринушкина, Е.В. Руководство по химическому анализу почв. 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Изд-во Московского ун-та, 1979. 487 с.
9. Артюков, Н.А. Нут в новых районах – Алма-Ата, 1958 – 21 с.
10. Артюков, Н.А. Посевы нута в Казахстане // Сельское хозяйство Казахстана – 1959, - №1, - С. 47-50.
11. Арьков, А.А. Нут в рационах цыплят / А.А. Арьков, В.В. Балашов. – Волгоград, 1984

12. Ахундова, В.А. Хозяйственно ценные образцы нута / В.А. Ахундова, Е.В. Туркова. – Селекция и семеноводство, 1991.
13. Балашов, В.В. Зернобобовым культурам постоянное внимание. Нут // Сельское хозяйство Поволжья. – 1966. - №10. – С. 35.
14. Балашов, В.В. Некоторые вопросы селекции нута / Тр. Волгогр. СХИ. – 1974. – Т. 56. – С. 77-81.
15. Балашов, В.В. Перспективы создания высокорослых сортов нута в Волгоградской области / Тр. Волгогр. СХИ. – 1976. – Т. 56. – С. 202-205.
16. 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.
17. 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.
18. Балашов, В.В. Нут – зерно здоровья: Учебное пособие / В.В. Балашов, А.В. Балашов, И.Т. Патрин. – Волгоград: Перемена, 2002. – 88 с.
19. Балашов, В.В. Нут в Нижнем Поволжье: монография / В.В. Балашов, А.В. Балашов. - Волгоград: ИПК ВГСХА Нива, 2009. - 192 с.
20. 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.
21. 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.
22. Беднарская, И.Г. Бараний горох // Зерновое хозяйство – 1989. - №3. – С. 26-28.
23. Бегучев, П.П. Главный резерв белкового корма / П.П. Бегучев, А.В. Гриднев. – Волгоград, 1961. – 60 с.

24. Белецкий, Н.Н. Нут и его значение в южной культуре – М.- Л., Сельхозгиз, 1931. – 14 с.
25. Беляк, В.Б. Интенсификация кормопроизводства биологическими приемами - Пенза: Изд-во ПТИ, 1998 – 184 с.
26. Березова, Е.Ф. Бактериальные удобрения / Е.Ф.Березова, Л.М. Доросинский. – М.-Л.:Госсельхозиздат, 1961. С. 33, 56, 89.
27. Боднар, Г.В. Зернобобовые культуры / Г.В. Боднар, Г.Т. Лавриенко. – М.: Колос, 1977.
28. 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.
29. Булынцев, С.В. Мировая коллекция нута и перспективы ее использования в селекции / Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. Т 11 – М., Изд-во РУДН. – 2003.–С.19-20.
30. Бунтяков, С.И, Узун В.Ф. Агрохимические показатели почв // Агрохимическая характеристика почв СССР (Районы Поволжья) / С.И. Бунтяков, В.Ф. Узун. - М.: Наука, 1966. С.48-56.
31. Вавилов, Н.И. Полевые культуры Юго-Востока – Петроград: Ред. Изд-во ком. НКЗ, 1922. – 228 с.
32. Вавилов, П.П. Бобовые культуры и проблема растительного белка / П.П. Вавилов, Г.С. Посыпанов. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 256 с.
33. Вавилов, П.П. Полевые сельскохозяйственные культуры / П.П. Вавилов, Л.Н. Большев. – М.: Колос, 1984.
34. Ванифатьев, А.Г. Нут в Северном Казахстане / А.Г. Ванифатьев, П. Хохлов // Сельское хозяйство Казахстана. – 1978. - №6. – С. 16-17.
35. 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..

36. 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.
37. Ведышева, Р.Г. Вопросы селекции гороха и нута в связи с их биологическими особенностями // Материалы научной конференции по агрономии – Одесса, 1970. – С. 23-31.
38. 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.
39. Германцева, Н.И. Особенности возделывания нута в сухой степи Заповолжья // Науч. тр. НИИСХ Юго-Востока. – 1975. – Вып. 35. – С. 228-229.
40. Германцева Н.И. Основные направления селекции нута // Науч. тр. НИИСХ юго-Востока. – 1978. – Вып. 37. – С. 147-148.
41. Германцева, Н.И. Использование мировой коллекции в селекции нута // Генетика. – 1984. – Т. 30 (прил.). – С. 30.
42. Германцева, Н.И. Необходимая культура /Достижения науки и техники АПК России – 1989 - №5 – С. 29
43. Германцева, Н.И. Характеристика сортов нута селекции Краснокутской станции / Сорты полевых культур Саратовской селекции. – Саратов, 1990. – С. 26-27.
44. Германцева, Н.И. Нут // Сб. науч. тр. К 80-летию НИИСХ Юго-Востока. – Т. 2. – Земледелие. – Саратов, 1994. – С. 194-202.
45. Германцева, Н.И. Селекция нута на высокую продуктивность // Селекция и семеноводство с.-х. культур. – Пенза, 2000. – С. 81-82.
46. Германцева, Н.И. Роль температурного фактора в продолжительности вегетационного периода нута // Селекция и семеноводство с.-х. культур. – Пенза, 2000. – С. 83-85.

47. Германцева Н.И., Германцев Л.А., Филатов А.Н. Новые сорта нута селекции Краснокутской станции // Современное состояние и перспективы развития селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур в Российской Федерации. Выпуск 2., Ч. 1.- Пенза, 1988. – С. 84-87.
48. Германцева Н.И., Филатов А.Н. Нут в засушливом Заволжье // Зерновое хозяйство – 1979. - №12. – С. 34-35.
49. Германцева Н.И., Филатов А.Н. Состояние и результаты селекции нута на Краснокутской станции // Селекция и семеноводство с.-х. культур. – Пенза, 2000 – С. 78-80.
50. Германцева Н.И., Филатов А.И., Селезнева Т.В. Организация семеноводства нута в засушливом Заволжье // Актуальные проблемы селекции и семеноводства зерновых культур юго-восточного региона Рос. Федерации. – Саратов, 1999. – С. 27-28.
51. Германцева Н.И., Филатов А.И., Селезнева Т.В. Некоторые аспекты селекции нута на устойчивость к неблагоприятным факторам среды // Актуальные проблемы селекции и семеноводства зерновых культур юго-восточного региона Российской Федерации. – Саратов, 1999. – С. 28-29.
52. Германцева Н.И., Филатов А.И., Селезнева Т.В. Сроки, способы посева и нормы высева нута в условиях Саратовского Заволжья // Селекция и семеноводство с.-х. культур. – Пенза, 2000. – С. 148-150.
53. Германцева, Н.И. Биологические особенности, селекция и семеноводство нута в засушливом Поволжье: дис...д-ра с.-х. наук. – Пенза, 2001. – 350 с.
54. Германцева Н.И. Нут – культура засушливого земледелия. – Саратов: Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова, 2011. – 199 с.
55. Говоров Л.И. Селекция на засухоустойчивость // Теоретические основы селекции. – Т. 1. – М. –Л., 1935. – С. 443-489.
56. Годунова К.Н. Возделывание зернобобовых на Юго-Востоке. – Саратов, 1943. – 44 с.

57. 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.
58. Гольдварг Б.А. Горох, чина, нут. – Элиста: Калмиздат, 1964. – 32 с.
59. Голубев В.Д. Применение удобрений: принципы, системы, особенности использования удобрений в Поволжье - Саратов: Приволжское книжное изд-во, 1969. С. 149-151.
60. Гуляев В.Р. Производство растительного белка на полях засушливой зоны СССР. – Саратов: Облгиз, 1946. – 91 с.
61. Гусева Л.П. Культура чины и нута в условиях Правобережья Саратовской области.: Автореф. дис....канд. с.-х. наук. – Саратов, 1967. – 31 с.
62. Гущин И.В., Скоробогатько В.Г. О белковости зерна нута // Науч. отчет Краснокутской ГСС за 1941-1943 гг. – М., 1947. – С. 308-315.
63. Гущин И.В. Солеустойчивость кукурузы, сорго и нута // Сб. науч. работ Краснокутской государственной селекционной станции за 1944-1948 гг. – М., 1950. – С. 90-98.
64. Дамиель А.Х. Внимание культурам нута и фасоли – Ростов на Дону, 1931. – 14 с.
65. Данилова А.П. Значение нута в рационе цыплят // Птицеводство. – 1959 - №2. – С.35.
66. Декандоль А. Место происхождения возделываемых растений – С. Пб., 1885. – 285 с.
67. Декаприевич Л.Л. Материалы по изучению зернобобовых в Грузии // Записки науч.-прикл. отдела Тифлисского ботанического сада. – 1926. – Вып. 5. – С. 129-148.
68. Дорожкина Л.А., Поддымкина Л.М. Гербициды и регуляторы роста растений. – М.: РГАУ-МСХА, 2013. – 212 с.
69. Доросинский Л.М. Клубеньковые бактерии и нитрагин. – Л.:Колос, 1970. – С. 7-17, 159-160.

70. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). - М.: Колос. 1985.- 351 с.
71. Елсуков М.П. Однолетние бобовые культуры. – М.: Сельхозгиз. – 1954. – 398 с.
72. Енкен В.Б., Митюкевич М.А. Нут, его свойства и приемы возделывания. – Краснодар, 1946. – 28 с.
73. Енкен В.Б. Нут как кормовая культура // Зерновые бобовые культуры – М.: Изд-во с.-х. литературы, 1960. – С. 359-369.
74. Енкен В.Б. Нут и его селекция // Зернобобовые культуры. – 1964.- №1. – С. 19-21.
75. Енкен В.Б. Опыт селекции сортов нута // Методы исследований с зернобобовыми культурами. – Т. 1. – Орел, 1971. – С. 238-252.
76. Жуковский П.П. Культурные растения и их сородичи. – Л.: Колос,
77. Зернобобовые культуры /Д. Шпаар [и др.]. – Минск, 2000. – 264 с.
78. Зотиков В.И., Науменко Т.С., Сидоренко В.С. Производство зернобобовых и крупяных культур в России: состояние, проблемы, перспективы // Земледелие. -2015.-№4.-С.3-5.
79. Зыков Ю.Д. Перспективные бобовые культуры юга и юго-востока Казахстана // Вестн. с.-х. науки Казахстана. – 1963 - №10 – С. 3-10.
80. Инякина А.С., Бреднев А.П., Малинина Е.Е. и др. Селекция зерновых и зернобобовых культур на Краснокутской государственной селекционной станции // Научные труды НИИСХ Юго-Востока – 1968 – Выпуск 24. – С. 96-109.
81. Кабанов П.Г. Погода и поле. – Саратов: Приволжское книжное изд-во, 1975. – 238 с.
82. Княгиничев М.И., Гроссман В.Ю. Биохимия нута // Биохимия культурных растений. – Л., 1938. – С. 178-198.
83. Константинов П.Н. Нут и его культура в Заволжье – Покровск: Немиздат, 1926. – 16 с.

84. Константинов П.Н. Основы сельскохозяйственного опытного дела. – М.: Сельхозгиз, 1952. – 445 с.
85. Кожемякин А.П., Доросинский Л.М. Роль нитрагинизации в повышении урожая и накопления белка бобовыми культурами // Труды ВНИИ с.-х. микробиологии. Л., 1987. Т.57. С.21-26.
86. 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.
87. Конюхов Г.И. Опыт выращивания нута в Якутии // Сб. научно – технич. информации Якут. НИИСХ. – 1962. - №8. – С. 24-26.
88. Корбут К.Р. Нут в засушливой зоне // Земледелие. – 1974, №5– С. 4.
89. Коринец В.В. и др. Энергетическая оценка полевых севооборотов // Методические рекомендации. Волгоград, 1986. 26 с.
90. Корнилов А.А. Соя, пелюшка, нут, чина в Ставропольском крае. – Ставрополь: Кн. изд-во, 1960. – 56 с.
91. Корнилов А.А., Асалиев А.И., Сысоев Ю.А. Сравнительная засухоустойчивость и солевыносливость сортов гороха, нута и чины // Устойчивость зернобобовых и крупяных культур к неблагоприятным факторам среды и пути ее повышения. – Орел, 1982. – С. 27-34.
92. Косенко Г.С. Культура нута в зоне сухих степей Оренбургской области.: Автореф. дис...канд. с.-х. наук.- Одесса, 1974. – 25 с.
93. Кульжинский С.П. Зернобобовые культуры–М.:Сельхозгиз,1948–296с.
94. Куперман Ф.М. Морфология растений - М.:Издательство Высшая школа - 1973.- 358 с.
95. Кшникаткина А.Н. Формирование высокопродуктивных агрофитоценозов новых кормовых культур в лесостепи Поволжья: Автореф. дис...д-ра. с.-х. наук, - Кинель, 2000 – 44 с.
96. Ламан Н.А. Экологическая обоснованность управления продукционным процессом в агрофитоценозах // Экология - 1996.- №1- С. 10-16.

97. Ледовский, Н.В. Агробиологические особенности и технология возделывания нута в степной зоне Южного Урала: дис... кандидата с.-х. наук. - Оренбург, 2004. - 170 с.
98. Ливанов К.В. Нут на Юго-Востоке – Саратов., 1963 – 48 с.
99. Ливанов К.В. Зернобобовые культуры и качество их урожая в зоне сухой степи // Вопросы качества продукции зернобобовых культур. – Орел, 1970. – С. 151-155.
100. Лоханов А.П. Устойчивость зернобобовых культур к неблагоприятным факторам среды и возможность ее повышения селекционным путем // Селекция и семеноводство зернобобовых культур.–Орел, 1987.–С.105-109.
101. Лысак А.П. Нормы высева нута // Сб. науч. тр. Башк. НИИСХ. – 1963. – Вып. 1. – С. 198-202.
102. 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.
103. Лысак А.П. Культура нута в условиях степи Башкирии // Культура зернобобовых растений. – М., 1967б. – С. 190-194.
104. Малинина Е.Е. Нут // Науч. отчет Краснокутской Госселекстанции за 1941-1943 гг. – М., 1947. – С. 84-96.
105. Малинина Е.Е. Селекция нута // Сб. науч. работ Краснокут. Госселекстанции за 1944-1948 гг. – М., 1950. – С. 139-150.
106. Малинина Е.Е., Ливанов К.В. Высокорослые сорта нута // Селекция и семеноводство. – 1959. - №.: – С. 48-51.
107. Марковский А.Г. Пути повышения симбиоза между бобовыми культурами и клубеньковыми бактериями // Вопросы растениеводства в условиях Среднего Заволжья. Сб. науч. тр. Куйбышев, 1970. Т. 26. Вып. 1. С.123-129.
108. Медведев, Г.А. Фотосинтетическая еятельность и продуктивность зернобобовых культур на черноземных почвах / Г.А. Медведев, О.П. Рябу-

- хина / Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2010. №3(9). – С.37-40.
109. Методика государственного сортоиспытания с.-х. культур. Выпуск 1. – М.,1971. – 246 с.
110. Методика государственного сортоиспытания с.-х. культур. Выпуск 2. – М.,1985. – 267 с.
111. Методика полевых опытов с кормовыми культурами // ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, М., 1971.
112. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М., ВИК им. В.Р. Вильямса, 1987. – 198 с.
113. Мирошниченко И.И., Павлова А.М. Нут –М.-Л.:Сельхозгиз,1953–110с.
114. Мишустин Е.Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия. – М.:Изд-во Наука, 1972 – С. 105, 107, 273, 297.
115. Мишустин Е.Н., Черепков Н.И. Биологический азот в земледелии СССР. – Известия Академии Наук СССР, Серия биологическая, 1976, №3 – С. 325-334.
116. Мишустин Е.Н., Черепков Н.И. Биологический азот как источник белка и удобрений. – Известия АН СССР, Серия биологическая, 1979а, №5 – С. 656-676.
117. Мишустин Е.Н., Черепков Н.И. Роль бобовых культур и свободноживущих азотфиксирующих микроорганизмов в азотном балансе земледелия – В сб.: Круговорот и баланс азота в системе почва – удобрения – растения - вода. – М., 1979б – С. 9-18.
118. 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.
119. Найдин П.Г. Удобрение зерновых и зернобобовых культур. – М.: Колос, 1969.

120. Нарушев, В.Б. Адаптивные технологии возделывания полевых культур в Поволжье / В.Б. Нарушев, Е.А. Юрченко // Аграрный научный журнал. – 2004. – №4. – С.27-28.
121. Научные основы эффективного применения удобрений в Поволжье и Оренбургской области – Саратов: Приволжское книжное издательство, 1983 – 166 с.
122. 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.
123. Ничипорович А.А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев // В книге «XV Тимирязевские чтения». - М.: Изд-во АН СССР, 1956. - 94 с.
124. Ничипорович А.А. Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. М.: Изд-во АН СССР, 1963. - 159 с.
125. Ничипорович А.А. Фотосинтез и урожай. М.: Знание, 1966. - 148 с.
126. Ничипорович А.А. Теоретические основы оптимизации фотосинтетической продуктивности // Вестник АН СССР. – 1970. - №1. – С. 69-74.
127. Ничипорович А.А., Строганова Л.П., Чмора С.Н., Власов М.П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. – Издательство АН СССР, М., 1961
128. Ничипорович А.А., Чень Инь. Фотосинтез и поглощение элементов минерального питания и воды корнями растений // Физиология растений. М., 1959. Т. 6. Вып. 5.
129. Орлов В.П., Исаев А.П., Лосев С.И. и др. Зернобобовые культуры в интенсивном земледелии. – М.:Агропромиздат, 1986. – 206 с.
130. Осипова Н. Значение, распространение и урожайность зерновых бобовых культур // Зерновые бобовые культуры. – М., 1960. – С. 3-28.
131. Основы агрономии / Н.Н. Третьяков, Б.А. Ягодин, А.М. Туликов и др. – М.: ПрофОбрИздат, 2002. – 360 с.

132. Основы научных исследований в растениеводстве и селекции / А.Ф. Дружкин [и др.]. – Саратов: Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова, 2013. – 264 с.
133. Панников В.Д., Минеев В.Г. Почва, климат, удобрение и урожай. - М., Колос, 1977. – 414 с.
134. Подольская, Т.В. Водопотребление нута и технология его возделывания в рисовых чеках Калмыкии. – дис... канд. с.-х. наук.- Волгоград, 2009-230 с.
135. 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.
136. Попова Г.М. Нут // Культурная флора СССР. – 1937. – Т.4. – С. 25-71.
137. Попова Г.М. Межвидовой гибрид в роде *Cicer* // Зап. Ленинградский СХИ. – 1941. – Вып. 4. – С. 7-10.
138. Посыпанов Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха: Справочное пособие. М.: Агропромиздат. 1991. 300 с.
139. Посыпанов Г.С. Биологический азот // Проблемы экологии и растительного белка / Изд-во МСХА. М. 1993. 272 с.
140. Посыпанов Г.С., Долгодворов В.Е. Энергетическая оценка технологий возделывания полевых культур. М.: Изд-во МСХА. 1995. 21 с.
141. Практикум по растениеводству / П.П. Вавилов, В.В. Гриценко, В.С. Кузнецов; под ред. П.П. Вавилова - М.:Колос,1983 – С. 118-119.
142. Прозорова К.Г. Нут. – Л.: Изд-во Всесоюзного института прикл. ботаники и новых культур, 1927. – 30 с.
143. Прянишников Д.Н. Азот в жизни растений и земледелии СССР. М.: Сельхозгиз, 1945. – 197 с.
144. Прянишников Д.Н. Нут // Об удобрении полей в севооборотах. - М., 1962. – С. 92-93.
145. Пылов А.П. Нут в совхозе «Диевский» // Зерновое хозяйство. – 1973. - №11. – С. 32-33.

146. Растениеводство / Н.А. Майсурян, В.Н. Степанов, В.С. Кузнецов и др. Под ред. В.Н. Степанова. - Изд. 3-е перераб. М.: Колос, 1970. 488 с.
147. 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.
148. Растениеводство / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Г.В. Коренев и др.; Под ред. Г.С. Посыпанова. – М.: Колос, 2006. – 650 с.
149. Растениеводство / Г.В. Коренев, В.А. Федотов, А.Ф. Попов, В.С. Шевченко. – М.:Колос, 1999. – С. 168.
150. Рекомендации по методике проведения наблюдений и исследований в полевом опыте / НИИСХ Юго-Востока. - Саратов: Приволжское книжное издательство, 1973. - 223 с.
151. Руденко М.И. Определение фаз развития сельскохозяйственных растений. – М.: МОИП, 1950. – 151 с.
152. 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.
153. Садыкова О.М. Морфологические особенности нута при различных условиях выращивания: Автореф. дис....канд. с.-х. наук- М., 1973.- 28 с.
154. Сазанов В.И. Сельскохозяйственное опытное дело в растениеводстве и его методика. - М.:Изд-во с.-х. лит-ры, журналов и плакатов, 1962. 112 с.
155. Семенова М.А. Селекционная работа с нутом в Нижнем Поволжье // Семеноводство. – 1933. - №5. – С. 35-36.
156. Семенова М.А. Нут (*Cicer aritinum*) // Селекция, агрохимия, семеноводство. – Энгельс: Немгосиздат. – 1935. – С. 40-48.
157. Сеферова И.В. Система рода *Cicer* и его культурного вида *Cicer aritinum*: Автореф. дис...канд. с.-х. наук- С-Пб., 1996.- 10 с.
158. Синицин Е.М. Проблема производства зернобобовых культур. – Зернобобовое хозяйство, № 1, 1981.
159. Синягин И.И. Площади питания растений. 1966. 144 с.

160. Совершенствование структуры посевных площадей сельскохозяйственных культур по микроразонам Саратовской области на 2014-2020 годы: Методические рекомендации – Саратов, 2013. – 80 с.
161. Технологии выращивания нута, основанные на принципах биологизации земледелия в степной зоне Южного Урала. Исследования и опыт внедрения: рекомендации / Г.В. Петрова, Г.Ф. Ярцев, В.Б. Щукин и др. – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2018 – 16 с.
162. Томмэ М.Ф. Аминокислотный состав кормов. – М.:Колос, 1972– 288 с.
163. Трепачев Е.П. Биологический азот бобовых: вклад в плодородие почвы и урожайность зерновых культур // Сельскохозяйственная биология, 1987, №1. – С. 42-49.
164. 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.
165. 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.
166. 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.
167. Чурзин, В.Н. Биологический азот и вопросы экологии при выращивании люцерны на семена В.Н. Чурзин, Г.С. Егорова. – Волгоград, Вестник АПК, №24, 1998.
168. Шевцова, Л.П. Формирование высокопродуктивных агрофитоценозов зернобобовых культур в засушливом Поволжье: автореф. дис... доктора с.-х. наук. - Саратов, 2000. - 46 с.

169. 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.
170. 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.
171. 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.
172. 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.
173. 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.
174. Энергетическая оценка технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Мет. указания. – Волгоград, 1994. – 24 с.
175. Койнов Г.М. Нахут. *Cicer aritinum*. – София, 1968. – 191 с.
176. 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.
177. 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.
178. 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.

179. Dobholkar A.R. Yield components in *Cicer aritinum* Linn // J.N.K.W. Res. J. – Vol. 7, №1. – P. 16-18.
180. Joshi S.N. Optimum plot and shape for irrigated rabi ram (*Cicer*) trials // Madras agr. J. – 1972. - Vol. 59, №8. – P. 431-434.
181. Kande J. Valeur nutritionnell 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.
182. Khan A.R. Correlation studies in gram (*Cicer aritinum* L.). Abstr. Pap. Agric. For. Sect. // J. Pakistan Sci. Conf. - №6. – P. 3-4.
183. 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.
184. 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.
185. 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.
186. 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.
287. 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.
188. 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.

Приложение 1 – Влияние способов посева и норм высева на продолжительность межфазных периодов и длину вегетации нута в условиях 2011 года

Варианты опыта		Продолжительность периода, суток				
способ посева	норма высева семян, млн. шт./га	посев – полные всходы	полные всходы – бутонизация	бутонизация-цветение	цветение – созревание	посев – созревание
Рядовой с междурядьями 15 см	0,7	16	29	14	45	104
	0,8	16	29	14	44	103
	0,9	16	29	14	44	103
	1,0	16	28	14	43	101
	1,1	16	28	13	42	99
Рядовой с междурядьями 30 см	0,4	16	30	15	46	107
	0,5	16	30	15	45	106
	0,6	16	30	14	45	105
	0,7	16	30	14	44	104
	0,8	16	29	14	43	102
Ширококорядный с междурядьями 45 см	0,4	16	31	16	47	110
	0,5	16	31	16	47	110
	0,6	16	30	16	46	108
	0,7	16	30	15	45	106
	0,8	16	30	14	44	104

Приложение 2 – Влияние способов посева и норм высева на продолжительность межфазных периодов и длину вегетации нута в условиях 2012 года

Варианты опыта		Продолжительность периода, суток				
способ посева	норма высева семян, млн. шт./га	посев – полные всходы	полные всходы – бутонизация	бутонизация-цветение	цветение – созревание	посев – созревание
Рядовой с междурядьями 15 см	0,7	13	28	13	44	98
	0,8	13	28	13	43	97
	0,9	13	28	13	43	97
	1,0	13	27	13	42	95
	1,1	13	27	12	41	93
Рядовой с междурядьями 30 см	0,4	13	29	14	45	101
	0,5	13	29	14	44	100
	0,6	13	29	13	44	100
	0,7	13	29	13	43	98
	0,8	13	28	13	42	95
Ширококорядный с междурядьями 45 см	0,4	13	30	15	46	104
	0,5	13	30	15	46	104
	0,6	13	29	15	45	102
	0,7	13	29	14	44	100
	0,8	13	29	13	43	98

Приложение 3 – Влияние способов посева и норм высева на продолжительность межфазных периодов и длину вегетации нута в условиях 2013 года

Варианты опыта		Продолжительность периода, суток				
способ посева	норма высева семян, млн. шт./га	посев – полные всходы	полные всходы – бутонизация	бутонизация-цветение	цветение – созревание	посев – созревание
Рядовой с междурядьями 15 см	0,7	15	33	15	49	112
	0,8	15	33	15	48	111
	0,9	15	33	15	48	111
	1,0	15	32	15	47	109
	1,1	15	32	14	46	107
Рядовой с междурядьями 30 см	0,4	15	34	16	50	115
	0,5	15	34	16	49	114
	0,6	15	34	15	49	113
	0,7	15	34	15	48	112
	0,8	15	33	15	47	110
Ширококорядный с междурядьями 45 см	0,4	15	35	17	51	118
	0,5	15	35	17	51	118
	0,6	15	34	17	50	116
	0,7	15	34	16	49	114
	0,8	15	34	15	48	112

Приложение 4 – Влияние способов посева и норм высева на основные элементы продуктивности нута в условиях 2011 года

Варианты опыта		Число растений в уборку, шт./м <sup>2</sup>	Число зерен на 1 растении, шт.	Масса зерна с 1 растения, г	Масса 1000 зерен, г
способ посева	норма высева семян, млн. шт./га				
Рядовой с междурядьями 15 см	0,7	36,5	20,2	3,73	185
	0,8	43,4	18,1	3,32	183
	0,9	50,1	16,9	3,07	182
	1,0	54,7	14,5	2,60	180
	1,1	61,3	11,6	2,05	177
Рядовой с междурядьями 30 см	0,4	21,0	29,1	5,52	190
	0,5	25,9	28,9	5,37	186
	0,6	32,1	27,7	5,10	183
	0,7	37,3	23,3	4,18	179
	0,8	43,5	16,9	2,92	173
Широкорядный с междурядьями 45 см	0,4	20,0	30,8	5,90	193
	0,5	26,5	27,5	5,28	192
	0,6	33,7	21,1	4,01	190
	0,7	37,4	17,8	3,31	185
	0,8	44,6	14,8	2,67	180

Приложение 5 – Влияние способов посева и норм высева на основные элементы продуктивности нута в условиях 2012 года

Варианты опыта		Число растений в уборку, шт./м <sup>2</sup>	Число зерен на 1 растении, шт.	Масса зерна с 1 растения, г	Масса 1000 зерен, г
способ посева	норма высева семян, млн. шт./га				
Рядовой с междурядьями 15 см	0,7	38,9	17,9	3,21	178
	0,8	47,5	15,0	2,65	177
	0,9	54,3	13,0	2,28	175
	1,0	61,8	10,9	1,86	171
	1,1	67,1	9,3	1,55	167
Рядовой с междурядьями 30 см	0,4	23,3	24,3	4,38	180
	0,5	28,4	23,5	4,22	179
	0,6	34,9	21,8	3,81	175
	0,7	40,8	16,0	2,75	172
	0,8	47,5	13,4	2,23	166
Ширококорядный с междурядьями 45 см	0,4	22,4	24,7	4,60	186
	0,5	29,0	22,7	4,17	184
	0,6	36,4	17,5	3,16	181
	0,7	43,0	14,5	2,56	177
	0,8	48,5	12,0	2,08	173

Приложение 6 – Влияние способов посева и норм высева на основные элементы продуктивности нута в условиях 2013 года

Варианты опыта		Число растений в уборку, шт./м <sup>2</sup>	Число зерен на 1 растении, шт.	Масса зерна с 1 растения, г	Масса 1000 зерен, г
способ посева	норма высева семян, млн. шт./га				
Рядовой с междурядьями 15 см	0,7	41,7	20,9	3,98	192
	0,8	51,0	18,3	3,49	192
	0,9	58,6	17,7	3,31	189
	1,0	66,5	14,8	2,71	185
	1,1	72,6	12,2	2,18	183
Рядовой с междурядьями 30 см	0,4	24,6	29,5	5,73	196
	0,5	30,6	29,6	5,66	192
	0,6	38,9	27,9	5,18	188
	0,7	44,8	22,6	4,12	186
	0,8	52,1	17,9	3,15	176
Широкорядный с междурядьями 45 см	0,4	23,5	31,8	6,28	198
	0,5	31,5	28,1	5,50	197
	0,6	40,0	22,5	4,34	194
	0,7	49,5	16,7	3,16	190
	0,8	53,9	15,0	2,71	185

Приложение 7 – Влияние различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на динамику формирования числа клубеньков на корнях нута в условиях 2011 года, шт. на 1 растение

Фон минерального питания	Биопрепараты и регуляторы роста	Фазы вегетации нута			
		ветвление	бутонизация	цветение	формир. бобов
Без удобрений	Контроль	1,5	4,6	5,1	3,0
	Ризоторфин(С)	8,2	19,7	25,6	14,5
	Экстрасол(С)	5,7	8,5	19,0	10,2
	Экстрасол(С+П)	5,5	10,2	25,3	14,7
	Силиплант(С)	4,4	5,9	10,8	8,5
	Силиплант(С+П)	4,5	6,6	14,7	13,5
	Циркон(С)	4,2	7,4	12,4	8,7
	Циркон(С+П)	4,9	8,6	13,6	12,8
P <sub>30</sub>	Контроль	2,2	6,6	7,3	4,5
	Ризоторфин(С)	10,2	28,6	36,5	20,5
	Экстрасол(С)	8,2	11,6	27,4	14,4
	Экстрасол(С+П)	7,8	14,5	36,4	20,6
	Силиплант(С)	6,4	8,4	16,7	11,8
	Силиплант(С+П)	6,2	9,6	21,5	19,3
	Циркон(С)	6,2	10,4	18,2	12,5
	Циркон(С+П)	7,3	12,3	20,7	18,4
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub>	Контроль	2,1	6,5	7,1	4,4
	Ризоторфин(С)	9,3	25,6	32,0	18,5
	Экстрасол(С)	7,8	11,7	27,0	14,0
	Экстрасол(С+П)	8,1	14,7	34,6	21,9
	Силиплант(С)	6,3	8,8	13,5	11,9
	Силиплант(С+П)	6,3	9,5	20,3	17,7
	Циркон(С)	6,1	9,6	16,5	10,7
	Циркон(С+П)	7,5	12,5	19,8	17,8

Приложение 8 – Влияние различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на динамику формирования числа клубеньков на корнях нута в условиях 2012 года, шт. на 1 растение

Фон минерального питания	Биопрепараты и регуляторы роста	Фазы вегетации нута			
		ветвление	бутионизация	цветение	формир. бобов
Без удобрений	Контроль	2,5	2,8	3,2	2,0
	Ризоторфин(С)	10,5	13,8	15,4	8,7
	Экстрасол(С)	4,4	5,3	6,1	3,2
	Экстрасол(С+П)	6,7	8,4	8,8	4,9
	Силиплант(С)	3,6	4,8	5,1	2,8
	Силиплант(С+П)	5,0	6,1	6,8	5,4
	Циркон(С)	3,3	4,7	4,7	2,5
	Циркон(С+П)	3,7	5,4	6,0	5,0
Р <sub>30</sub>	Контроль	3,2	4,0	4,5	2,3
	Ризоторфин(С)	15,5	19,7	22,1	12,4
	Экстрасол(С)	6,3	7,8	8,7	4,5
	Экстрасол(С+П)	9,6	12,1	12,5	7,1
	Силиплант(С)	5,1	6,7	7,2	4,0
	Силиплант(С+П)	7,0	8,8	9,7	7,9
	Циркон(С)	4,5	6,6	6,8	3,5
	Циркон(С+П)	5,3	7,7	8,5	7,1
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub>	Контроль	3,5	3,8	4,6	2,5
	Ризоторфин(С)	13,9	17,9	19,8	11,0
	Экстрасол(С)	6,4	7,9	8,8	4,6
	Экстрасол(С+П)	9,4	12,2	12,8	7,0
	Силиплант(С)	5,1	6,5	6,6	4,5
	Силиплант(С+П)	7,1	9,0	9,5	7,0
	Циркон(С)	4,4	6,0	6,9	3,8
	Циркон(С+П)	5,0	8,1	8,8	6,0

Приложение 9 – Влияние различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на динамику формирования числа клубеньков на корнях нута в условиях 2013 года, шт. на 1 растение

Фон минерального питания	Биопрепараты и регуляторы роста	Фазы вегетации нута			
		ветвление	бутионизация	цветение	формир. бобов
Без удобрений	Контроль	1,7	3,6	5,3	2,6
	Ризоторфин(С)	8,8	20,6	25,5	15,9
	Экстрасол(С)	4,2	11,7	13,1	9,7
	Экстрасол(С+П)	5,2	14,7	17,9	12,1
	Силиплант(С)	3,7	11,8	12,9	6,7
	Силиплант(С+П)	4,9	16,0	16,4	10,9
	Циркон(С)	3,1	9,2	11,2	7,5
	Циркон(С+П)	4,5	10,8	12,4	9,6
Р <sub>30</sub>	Контроль	2,6	5,2	7,5	4,7
	Ризоторфин(С)	13,7	29,2	35,8	22,8
	Экстрасол(С)	5,9	17,3	18,4	14,2
	Экстрасол(С+П)	8,6	24,8	25,2	17,7
	Силиплант(С)	4,4	16,9	17,1	9,8
	Силиплант(С+П)	7,2	21,5	22,6	15,5
	Циркон(С)	4,3	14,5	15,0	10,7
	Циркон(С+П)	5,7	15,5	16,2	13,9
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub>	Контроль	2,8	5,3	8,1	4,3
	Ризоторфин(С)	12,2	26,2	32,5	20,0
	Экстрасол(С)	5,6	18,0	18,3	14,1
	Экстрасол(С+П)	8,4	23,5	24,0	17,2
	Силиплант(С)	5,2	17,1	17,4	10,0
	Силиплант(С+П)	6,8	21,9	22,1	14,4
	Циркон(С)	4,8	14,8	15,2	11,1
	Циркон(С+П)	5,6	14,0	15,4	11,8

Приложение 10 – Влияние различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на динамику формирования массы клубеньков на корнях нута в условиях 2011 года, мг. на 1 растение

Фон минерального питания	Биопрепараты и регуляторы роста	Фазы вегетации нута			
		ветвление	бутонизация	цветение	формир. бобов
Без удобрений	Контроль	7,2	48,2	44,8	17,2
	Ризоторфин(С)	49,2	254,1	278,6	106,8
	Экстрасол(С)	34,2	110,5	209,0	78,5
	Экстрасол(С+П)	32,0	132,8	272,3	113,2
	Силиплант(С)	26,4	76,7	118,0	64,6
	Силиплант(С+П)	27,5	84,5	160,2	117,4
	Циркон(С)	24,8	96,3	135,4	62,7
	Циркон(С+П)	29,4	110,9	148,6	109,9
Р <sub>30</sub>	Контроль	12,8	92,4	80,3	45,8
	Ризоторфин(С)	60,7	374,2	401,5	161,4
	Экстрасол(С)	47,4	151,2	301,7	112,8
	Экстрасол(С+П)	45,6	183,6	406,3	163,0
	Силиплант(С)	40,2	110,4	188,8	91,2
	Силиплант(С+П)	36,9	132,4	248,6	169,1
	Циркон(С)	44,5	136,2	200,1	95,8
	Циркон(С+П)	54,7	159,3	233,3	156,6
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub>	Контроль	12,6	83,6	78,1	43,7
	Ризоторфин(С)	55,9	322,7	350,7	146,5
	Экстрасол(С)	46,6	152,1	295,5	107,8
	Экстрасол(С+П)	48,0	188,1	379,7	158,6
	Силиплант(С)	38,1	112,5	149,5	90,3
	Силиплант(С+П)	37,8	123,6	223,3	148,4
	Циркон(С)	36,6	125,7	181,3	82,1
	Циркон(С+П)	46,1	152,9	219,0	149,3

Приложение 11 – Влияние различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на динамику формирования массы клубеньков на корнях нута в условиях 2012 года, мг. на 1 растение

Фон минерального питания	Биопрепараты и регуляторы роста	Фазы вегетации нута			
		ветвление	бутонизация	цветение	формир. бобов
Без удобрений	Контроль	10,4	24,6	23,1	10,0
	Ризоторфин(С)	54,6	151,8	131,1	52,1
	Экстрасол(С)	22,6	58,3	42,5	19,5
	Экстрасол(С+П)	34,8	100,8	75,4	29,4
	Силиплант(С)	18,7	52,8	41,2	17,0
	Силиплант(С+П)	26,0	68,9	53,7	27,9
	Циркон(С)	17,2	53,0	34,8	15,2
	Циркон(С+П)	19,5	59,5	48,2	24,6
Р <sub>30</sub>	Контроль	16,5	44,7	37,6	14,0
	Ризоторфин(С)	80,6	216,6	196,5	72,5
	Экстрасол(С)	32,8	84,8	61,6	26,9
	Экстрасол(С+П)	50,0	133,0	73,2	42,7
	Силиплант(С)	27,0	75,0	52,1	24,4
	Силиплант(С+П)	36,4	93,9	62,2	40,7
	Циркон(С)	20,9	73,8	49,2	20,9
	Циркон(С+П)	25,6	79,3	60,2	34,6
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub>	Контроль	15,6	43,8	37,1	14,5
	Ризоторфин(С)	75,4	136,9	169,0	68,7
	Экстрасол(С)	32,9	86,8	56,6	27,6
	Экстрасол(С+П)	48,8	131,7	85,9	42,0
	Силиплант(С)	27,3	70,8	54,0	24,3
	Силиплант(С+П)	36,7	99,7	76,6	36,7
	Циркон(С)	23,0	68,0	50,4	21,8
	Циркон(С+П)	26,2	89,1	73,1	31,1

Приложение 12 – Влияние различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на динамику формирования массы клубеньков на корнях нута в условиях 2013 года, мг. на 1 растение

Фон минерального питания	Биопрепараты и регуляторы роста	Фазы вегетации нута			
		ветвление	бутонизация	цветение	формир. бобов
Без удобрений	Контроль	7,9	34,3	41,4	14,2
	Ризоторфин(С)	50,6	239,5	255,2	112,7
	Экстрасол(С)	24,3	138,6	130,8	63,3
	Экстрасол(С+П)	30,6	200,1	177,7	80,1
	Силиплант(С)	20,4	137,4	128,3	44,7
	Силиплант(С+П)	28,9	192,1	166,1	81,3
	Циркон(С)	16,9	108,8	111,7	52,2
	Циркон(С+П)	25,2	128,6	125,0	68,8
Р <sub>30</sub>	Контроль	16,1	51,7	77,2	20,1
	Ризоторфин(С)	78,9	336,5	357,3	157,6
	Экстрасол(С)	34,0	182,5	183,1	93,4
	Экстрасол(С+П)	50,5	278,9	253,4	113,3
	Силиплант(С)	21,9	198,8	172,0	61,5
	Силиплант(С+П)	40,9	253,7	225,5	117,7
	Циркон(С)	18,6	169,8	151,3	70,8
	Циркон(С+П)	22,4	186,0	163,6	101,8
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub>	Контроль	15,8	60,1	80,3	19,8
	Ризоторфин(С)	69,2	314,8	328,1	136,5
	Экстрасол(С)	31,5	211,2	181,7	92,8
	Экстрасол(С+П)	47,9	273,7	240,9	120,9
	Силиплант(С)	21,2	196,1	174,6	67,1
	Силиплант(С+П)	38,1	253,9	222,3	105,1
	Циркон(С)	20,9	181,2	152,2	73,4
	Циркон(С+П)	28,3	171,1	155,4	74,5

Приложение 13 – Влияние различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на динамику высоты растений нута в условиях 2011 года, см

Фон минерального питания	Биопрепараты и регуляторы роста	Фазы вегетации нута			
		ветвление	бутионизация	цветение	созревание
Без удобрений	Контроль	14,1	34,3	42,1	45,5
	Ризоторфин(С)	15,2	37,0	45,5	50,6
	Экстрасол(С)	15,0	35,1	43,0	47,1
	Экстрасол(С+П)	15,5	36,7	45,1	51,3
	Силиплант(С)	14,8	37,2	46,7	49,8
	Силиплант(С+П)	16,0	38,8	48,0	52,0
	Циркон(С)	15,1	37,0	45,4	50,5
	Циркон(С+П)	16,2	39,1	48,6	53,1
Р <sub>30</sub>	Контроль	14,2	35,7	43,6	48,8
	Ризоторфин(С)	16,3	40,6	49,9	55,6
	Экстрасол(С)	15,6	38,1	47,4	52,4
	Экстрасол(С+П)	17,0	42,4	52,3	58,1
	Силиплант(С)	15,8	40,0	50,6	55,1
	Силиплант(С+П)	17,8	44,2	56,0	62,7
	Циркон(С)	16,8	41,5	53,6	56,3
	Циркон(С+П)	18,0	44,0	56,1	63,5
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub>	Контроль	15,2	38,3	51,7	56,0
	Ризоторфин(С)	16,2	41,2	55,7	60,7
	Экстрасол(С)	14,9	39,5	54,9	58,0
	Экстрасол(С+П)	16,3	43,2	58,1	62,3
	Силиплант(С)	16,7	45,7	61,5	67,5
	Силиплант(С+П)	18,3	49,9	66,4	74,8
	Циркон(С)	17,6	48,1	63,8	74,9
	Циркон(С+П)	18,7	50,8	67,2	79,8

Приложение 14 – Влияние различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на динамику высоты растений нута в условиях 2012 года, см

Фон минерального питания	Биопрепараты и регуляторы роста	Фазы вегетации нута			
		ветвление	бутионизация	цветение	созревание
Без удобрений	Контроль	12,5	29,4	37,6	40,0
	Ризоторфин(С)	13,6	31,8	40,4	43,1
	Экстрасол(С)	12,8	30,2	38,7	41,9
	Экстрасол(С+П)	13,5	31,5	40,4	43,3
	Силиплант(С)	12,9	32,0	41,1	44,4
	Силиплант(С+П)	14,2	33,0	42,4	45,8
	Циркон(С)	14,0	31,6	40,9	44,2
	Циркон(С+П)	14,1	33,5	43,0	46,5
Р <sub>30</sub>	Контроль	12,6	30,5	39,2	42,3
	Ризоторфин(С)	14,4	34,9	44,9	48,7
	Экстрасол(С)	13,7	32,8	42,6	46,4
	Экстрасол(С+П)	15,0	36,4	47,1	50,7
	Силиплант(С)	14,5	34,7	44,5	47,8
	Силиплант(С+П)	15,7	37,6	49,4	53,5
	Циркон(С)	14,8	35,7	47,1	49,7
	Циркон(С+П)	15,9	38,4	49,6	53,8
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub>	Контроль	13,5	32,9	42,8	45,7
	Ризоторфин(С)	14,2	35,6	46,4	50,4
	Экстрасол(С)	13,2	34,0	45,8	47,5
	Экстрасол(С+П)	14,4	37,2	48,6	53,2
	Силиплант(С)	14,7	38,0	50,8	56,0
	Силиплант(С+П)	16,2	42,9	56,1	60,1
	Циркон(С)	15,6	41,1	53,8	55,6
	Циркон(С+П)	16,5	43,7	56,8	58,3

Приложение 15 – Влияние различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на динамику высоты растений нута в условиях 2013 года, см

Фон минерального питания	Биопрепараты и регуляторы роста	Фазы вегетации нута			
		ветвление	бутионизация	цветение	созревание
Без удобрений	Контроль	14,5	32,5	47,8	53,4
	Ризоторфин(С)	15,1	34,9	51,7	57,1
	Экстрасол(С)	14,0	33,0	48,9	53,4
	Экстрасол(С+П)	14,6	34,7	50,6	54,7
	Силиплант(С)	16,6	35,3	50,8	57,0
	Силиплант(С+П)	15,8	37,2	52,5	59,1
	Циркон(С)	14,8	35,6	51,5	55,6
	Циркон(С+П)	15,9	37,0	53,2	58,4
P <sub>30</sub>	Контроль	14,7	34,1	49,6	54,3
	Ризоторфин(С)	16,6	38,2	56,4	61,5
	Экстрасол(С)	16,1	35,9	53,8	59,2
	Экстрасол(С+П)	17,6	40,1	59,3	65,1
	Силиплант(С)	16,5	37,6	54,8	59,9
	Силиплант(С+П)	18,3	42,2	61,2	66,1
	Циркон(С)	17,4	39,3	57,8	63,4
	Циркон(С+П)	18,6	42,8	61,5	65,9
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub>	Контроль	15,6	36,3	49,9	57,8
	Ризоторфин(С)	16,8	38,8	54,5	60,9
	Экстрасол(С)	15,5	37,3	53,5	58,7
	Экстрасол(С+П)	16,8	40,9	57,2	65,9
	Силиплант(С)	17,3	44,5	59,1	66,4
	Силиплант(С+П)	19,0	47,1	66,4	73,2
	Циркон(С)	18,2	45,0	63,6	68,2
	Циркон(С+П)	19,5	48,1	67,4	74,3

Приложение 16 – Влияние различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на динамику площади листьев посевов нута в условиях 2011 года, тыс. м<sup>2</sup>/га

Фон минерального питания	Биопрепараты и регуляторы роста	Фазы вегетации нута			
		ветвление	бутионизация	цветение	созревание
Без удобрений	Контроль	10,0	18,1	23,0	13,8
	Ризоторфин(С)	11,7	20,8	26,2	15,5
	Экстрасол(С)	10,3	18,2	23,6	14,2
	Экстрасол(С+П)	11,3	18,6	24,5	15,0
	Силиплант(С)	11,7	20,2	26,6	16,0
	Силиплант(С+П)	12,0	20,7	27,3	16,4
	Циркон(С)	11,8	20,4	26,8	16,1
	Циркон(С+П)	12,2	20,6	27,1	16,3
Р <sub>30</sub>	Контроль	10,5	17,3	22,8	13,9
	Ризоторфин(С)	12,0	21,1	27,1	16,1
	Экстрасол(С)	10,9	18,8	24,8	14,8
	Экстрасол(С+П)	11,3	19,5	25,6	15,4
	Силиплант(С)	12,0	20,7	27,2	16,3
	Силиплант(С+П)	12,3	20,9	28,1	16,9
	Циркон(С)	12,0	21,1	27,8	16,7
	Циркон(С+П)	12,5	21,6	28,4	17,0
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub>	Контроль	10,6	18,5	24,4	15,0
	Ризоторфин(С)	12,5	21,9	28,2	16,7
	Экстрасол(С)	11,7	20,1	26,5	15,9
	Экстрасол(С+П)	12,6	21,7	28,6	17,2
	Силиплант(С)	12,0	20,9	27,2	16,3
	Силиплант(С+П)	13,3	22,7	30,2	18,5
	Циркон(С)	12,7	21,3	28,8	17,3
	Циркон(С+П)	13,8	23,9	31,4	18,8

Приложение 17 – Влияние различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на динамику площади листьев посевов нута, в условиях 2012 года, тыс. м<sup>2</sup>/га

Фон минерального питания	Биопрепараты и регуляторы роста	Фазы вегетации нута			
		ветвление	бутионизация	цветение	созревание
Без удобрений	Контроль	9,6	12,1	18,9	10,9
	Ризоторфин(С)	11,4	16,0	23,4	13,6
	Экстрасол(С)	10,2	14,8	20,7	12,1
	Экстрасол(С+П)	10,6	16,4	21,8	12,7
	Силиплант(С)	10,7	16,7	22,3	12,9
	Силиплант(С+П)	11,1	17,3	23,1	13,7
	Циркон(С)	10,8	16,9	22,5	13,3
	Циркон(С+П)	11,0	17,5	23,3	14,0
Р <sub>30</sub>	Контроль	9,3	14,3	19,0	11,0
	Ризоторфин(С)	11,3	17,1	23,4	13,4
	Экстрасол(С)	10,5	15,7	21,0	12,1
	Экстрасол(С+П)	10,7	16,6	22,2	12,9
	Силиплант(С)	10,9	17,0	22,7	13,2
	Силиплант(С+П)	11,4	17,8	23,8	13,8
	Циркон(С)	10,8	17,2	22,9	13,3
	Циркон(С+П)	11,5	18,0	24,0	13,9
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub>	Контроль	9,7	14,9	19,8	11,3
	Ризоторфин(С)	11,8	17,6	24,3	13,9
	Экстрасол(С)	10,3	16,1	21,4	12,4
	Экстрасол(С+П)	11,0	17,2	23,0	13,5
	Силиплант(С)	10,8	16,6	22,1	13,0
	Силиплант(С+П)	12,2	19,0	25,4	14,7
	Циркон(С)	11,3	17,6	23,5	13,6
	Циркон(С+П)	12,0	19,1	25,5	15,0

Приложение 18 – Влияние различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на динамику площади листьев посевов нута в условиях 2013 года, тыс. м<sup>2</sup>/га

Фон минерального питания	Биопрепараты и регуляторы роста	Фазы вегетации нута			
		ветвление	бутионизация	цветение	созревание
Без удобрений	Контроль	10,6	19,6	25,1	15,5
	Ризоторфин(С)	12,2	23,5	28,6	17,5
	Экстрасол(С)	11,6	19,8	27,1	16,6
	Экстрасол(С+П)	12,9	22,7	30,7	19,3
	Силиплант(С)	13,3	22,5	30,4	18,6
	Силиплант(С+П)	13,5	23,0	31,0	19,4
	Циркон(С)	13,4	22,3	30,1	18,7
	Циркон(С+П)	13,9	23,4	31,4	19,6
Р <sub>30</sub>	Контроль	10,9	19,4	26,2	15,9
	Ризоторфин(С)	12,5	20,5	28,4	17,4
	Экстрасол(С)	11,7	19,9	26,4	15,5
	Экстрасол(С+П)	12,0	20,6	27,7	16,7
	Силиплант(С)	13,4	22,5	30,4	18,8
	Силиплант(С+П)	12,8	22,6	29,6	18,2
	Циркон(С)	12,9	21,7	29,4	18,0
	Циркон(С+П)	13,7	23,7	31,5	19,5
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub>	Контроль	11,2	19,5	26,1	15,6
	Ризоторфин(С)	12,6	21,0	28,9	17,6
	Экстрасол(С)	12,4	21,2	28,6	17,6
	Экстрасол(С+П)	13,3	22,9	30,7	18,4
	Силиплант(С)	12,7	21,3	29,0	17,9
	Силиплант(С+П)	13,9	23,8	31,5	19,0
	Циркон(С)	13,5	23,9	31,2	19,2
	Циркон(С+П)	14,9	25,1	33,8	20,5

Приложение 19 – Влияние различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на динамику нарастания сухой биомассы в посевах нута в условиях 2011 года, т/га

Фон минерального питания	Биопрепараты и регуляторы роста	Фазы вегетации нута			
		ветвление	бутионизация	цветение	созревание
Без удобрений	Контроль	1,56	2,53	3,26	4,90
	Ризоторфин(С)	1,69	2,71	3,48	5,25
	Экстрасол(С)	1,80	3,06	4,26	6,01
	Экстрасол(С+П)	2,02	3,21	4,63	6,30
	Силиплант(С)	1,99	3,20	4,47	6,22
	Силиплант(С+П)	2,15	3,38	4,55	6,64
	Циркон(С)	2,04	3,21	4,36	6,37
	Циркон(С+П)	2,07	3,49	4,81	6,83
P <sub>30</sub>	Контроль	1,55	2,58	3,36	5,07
	Ризоторфин(С)	1,76	2,81	3,75	5,51
	Экстрасол(С)	1,99	3,17	4,39	6,21
	Экстрасол(С+П)	2,14	3,31	4,80	6,68
	Силиплант(С)	2,11	3,39	4,52	6,62
	Силиплант(С+П)	2,30	3,68	4,92	7,20
	Циркон(С)	2,15	3,48	4,90	6,81
	Циркон(С+П)	2,39	3,79	5,41	7,46
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub>	Контроль	1,66	2,64	3,52	5,17
	Ризоторфин(С)	1,77	2,76	3,52	5,47
	Экстрасол(С)	2,00	3,25	4,71	6,38
	Экстрасол(С+П)	2,21	3,51	5,07	6,91
	Силиплант(С)	2,14	3,36	4,60	6,59
	Силиплант(С+П)	2,33	3,65	5,15	7,31
	Циркон(С)	2,25	3,57	5,10	7,00
	Циркон(С+П)	2,40	3,89	5,69	7,66

Приложение 20 – Влияние различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на динамику нарастания сухой биомассы в посевах нута в условиях 2012 года, т/га

Фон минерального питания	Биопрепараты и регуляторы роста	Фазы вегетации нута			
		ветвление	бутонизация	цветение	созревание
Без удобрений	Контроль	1,01	1,62	2,10	3,23
	Ризоторфин(С)	1,16	1,91	2,49	3,83
	Экстрасол(С)	0,97	1,56	1,93	3,12
	Экстрасол(С+П)	1,08	1,79	2,30	3,58
	Силиплант(С)	1,17	1,93	2,41	3,85
	Силиплант(С+П)	1,26	2,10	2,66	4,21
	Циркон(С)	1,21	2,05	2,64	4,03
	Циркон(С+П)	1,28	2,08	2,77	4,20
Р <sub>30</sub>	Контроль	0,99	1,65	2,14	3,29
	Ризоторфин(С)	1,24	2,09	2,66	4,14
	Экстрасол(С)	1,00	1,66	2,08	3,31
	Экстрасол(С+П)	1,11	1,88	2,41	3,70
	Силиплант(С)	1,24	2,07	2,67	4,14
	Силиплант(С+П)	1,40	2,28	3,02	4,62
	Циркон(С)	1,33	2,14	2,85	4,28
	Циркон(С+П)	1,36	2,35	2,92	4,66
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub>	Контроль	1,04	1,75	2,27	3,45
	Ризоторфин(С)	1,29	2,26	2,93	4,31
	Экстрасол(С)	1,06	1,78	2,33	3,54
	Экстрасол(С+П)	1,17	1,94	2,68	3,88
	Силиплант(С)	1,22	2,08	3,64	4,09
	Силиплант(С+П)	1,41	2,35	3,15	4,70
	Циркон(С)	1,29	2,16	2,91	4,31
	Циркон(С+П)	1,47	2,38	3,28	4,76

Приложение 21 – Влияние различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на динамику нарастания сухой биомассы в посевах нута в условиях 2013 года, т/га

Фон минерального питания	Биопрепараты и регуляторы роста	Фазы вегетации нута			
		ветвление	бутонизация	цветение	созревание
Без удобрений	Контроль	1,60	2,80	3,89	5,72
	Ризоторфин(С)	2,05	3,57	4,95	7,28
	Экстрасол(С)	1,71	2,85	3,75	5,81
	Экстрасол(С+П)	1,83	3,17	4,27	6,47
	Силиплант(С)	1,95	3,33	4,57	6,87
	Силиплант(С+П)	2,02	3,67	4,71	7,20
	Циркон(С)	1,95	3,36	4,65	6,88
	Циркон(С+П)	2,04	3,42	4,61	7,01
P <sub>30</sub>	Контроль	1,83	2,96	4,07	6,18
	Ризоторфин(С)	2,18	3,72	5,10	7,57
	Экстрасол(С)	1,67	2,95	3,89	6,02
	Экстрасол(С+П)	1,90	3,39	4,38	6,78
	Силиплант(С)	2,12	3,65	4,85	7,39
	Силиплант(С+П)	2,24	3,91	5,10	7,97
	Циркон(С)	2,02	3,58	4,64	7,25
	Циркон(С+П)	2,11	3,85	5,05	7,75
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub>	Контроль	1,76	2,92	4,42	6,16
	Ризоторфин(С)	2,18	3,77	5,65	7,66
	Экстрасол(С)	1,74	2,96	4,12	6,11
	Экстрасол(С+П)	1,85	3,25	4,53	6,62
	Силиплант(С)	1,90	3,23	4,64	6,81
	Силиплант(С+П)	2,21	3,92	5,32	7,82
	Циркон(С)	2,02	3,46	5,03	7,14
	Циркон(С+П)	2,17	3,94	5,52	7,91

Приложение 22 – Влияние различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на элементы продуктивности нута в степной зоне Саратовского Правобережья в условиях 2011 года

Фон минерального питания	Биопрепараты и регуляторы роста	Число растений в уборку, шт./м <sup>2</sup>	Число зерен на 1 растении, шт.	Масса зерна с 1 растения, г	Масса 1000 зерен, г
Без удобрений	Контроль	54,6	14,2	2,66	189
	Ризоторфин(С)	57,0	14,6	2,75	190
	Экстрасол(С)	56,3	14,3	2,63	185
	Экстрасол(С+П)	57,2	14,6	2,76	189
	Силиплант(С)	58,7	15,2	2,96	195
	Силиплант(С+П)	61,2	15,7	3,12	198
	Циркон(С)	57,7	14,6	2,82	193
	Циркон(С+П)	60,1	14,5	3,04	206
Р <sub>30</sub>	Контроль	57,2	14,9	2,78	188
	Ризоторфин(С)	59,8	15,2	2,88	191
	Экстрасол(С)	59,2	15,0	2,77	187
	Экстрасол(С+П)	59,9	15,1	2,90	193
	Силиплант(С)	62,5	15,8	3,13	203
	Силиплант(С+П)	63,6	16,5	3,41	206
	Циркон(С)	60,6	15,2	3,10	205
	Циркон(С+П)	61,9	15,5	3,27	211
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub>	Контроль	55,6	14,5	2,80	193
	Ризоторфин(С)	58,3	14,8	2,91	195
	Экстрасол(С)	57,7	14,4	2,76	192
	Экстрасол(С+П)	58,5	14,5	2,95	204
	Силиплант(С)	59,9	15,5	3,22	208
	Силиплант(С+П)	62,1	16,0	3,37	212
	Циркон(С)	59,1	14,6	3,07	210
	Циркон(С+П)	61,1	15,0	3,18	213

Приложение 23 – Влияние различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на элементы продуктивности нута в степной зоне Саратовского Правобережья в условиях 2012 года

Фон минерального питания	Биопрепараты и регуляторы роста	Число растений в уборку, шт./м <sup>2</sup>	Число зерен на 1 растении, шт.	Масса зерна с 1 растения, г	Масса 1000 зерен, г
Без удобрений	Контроль	61,2	10,7	1,94	181
	Ризоторфин(С)	63,9	10,9	1,96	180
	Экстрасол(С)	63,4	10,8	1,88	175
	Экстрасол(С+П)	64,2	11,1	1,95	178
	Силиплант(С)	65,9	11,6	2,10	182
	Силиплант(С+П)	68,5	12,2	2,15	183
	Циркон(С)	65,5	11,0	2,07	187
	Циркон(С+П)	67,5	10,8	2,10	190
Р <sub>30</sub>	Контроль	64,3	11,2	1,90	172
	Ризоторфин(С)	67,2	11,4	1,98	175
	Экстрасол(С)	66,5	11,3	1,85	165
	Экстрасол(С+П)	67,3	11,4	1,96	176
	Силиплант(С)	68,1	12,0	2,11	175
	Силиплант(С+П)	71,3	12,4	2,20	180
	Циркон(С)	68,0	11,5	2,08	182
	Циркон(С+П)	69,5	11,3	2,19	196
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub>	Контроль	62,4	10,7	1,83	174
	Ризоторфин(С)	65,4	11,1	1,96	176
	Экстрасол(С)	64,8	10,9	1,79	170
	Экстрасол(С+П)	65,3	11,2	1,80	165
	Силиплант(С)	67,1	11,5	2,13	185
	Силиплант(С+П)	69,7	11,9	2,24	189
	Циркон(С)	66,3	11,2	2,09	188
	Циркон(С+П)	68,6	11,3	2,08	185

Приложение 24 – Влияние различных удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на элементы продуктивности нута в степной зоне Саратовского Правобережья в условиях 2013 года

Фон минерального питания	Биопрепараты и регуляторы роста	Число растений в уборку, шт./м <sup>2</sup>	Число зерен на 1 растении, шт.	Масса зерна с 1 растения, г	Масса 1000 зерен, г
Без удобрений	Контроль	66,0	14,3	2,74	193
	Ризоторфин(С)	69,2	14,9	2,89	196
	Экстрасол(С)	68,7	14,8	2,87	194
	Экстрасол(С+П)	69,2	14,9	3,01	202
	Силиплант(С)	71,0	15,5	3,16	205
	Силиплант(С+П)	73,4	16,0	3,37	214
	Циркон(С)	70,0	14,9	3,01	206
	Циркон(С+П)	72,7	14,8	3,21	214
Р <sub>30</sub>	Контроль	69,2	15,2	3,02	199
	Ризоторфин(С)	72,5	15,6	3,22	206
	Экстрасол(С)	71,7	15,4	3,01	203
	Экстрасол(С+П)	72,6	15,4	3,28	213
	Силиплант(С)	74,6	16,2	3,64	226
	Силиплант(С+П)	77,0	16,9	3,76	224
	Циркон(С)	73,4	15,5	3,50	229
	Циркон(С+П)	75,0	15,7	3,55	230
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub>	Контроль	67,4	14,3	2,70	188
	Ризоторфин(С)	70,3	15,1	2,76	187
	Экстрасол(С)	69,7	14,8	2,72	184
	Экстрасол(С+П)	70,6	15,0	2,91	194
	Силиплант(С)	72,4	15,8	3,03	192
	Силиплант(С+П)	75,1	16,4	3,22	197
	Циркон(С)	71,6	14,9	2,89	194
	Циркон(С+П)	73,9	15,3	3,14	206

Приложение 25 – Влияние биопрепаратов и стимуляторов роста на элементы продуктивности сортов нута в Саратовском Правобережье в условиях 2014 года

Сорт	Биопрепараты и стимуляторы роста	Число растений в уборку, шт./м <sup>2</sup>	Число зерен на 1 растении, шт.	Масса зерна с 1 растения, г	Масса 1000 зерен, г
Краснокутский 36	Контроль	54,9	13,9	2,75	198
	Ризоторфин	59,4	13,8	2,84	212
	Экстрасол	60,7	14,4	2,83	195
	Циркон	61,1	14,5	3,13	217
	Силиплант	63,3	15,8	3,35	216
	Эпин-экстра	61,5	14,1	2,90	206
Золотой юбилей	Контроль	56,0	14,5	2,93	202
	Ризоторфин	60,3	14,6	2,97	203
	Экстрасол	61,1	14,9	3,11	209
	Циркон	62,1	15,4	3,52	231
	Силиплант	64,1	17,8	3,80	227
	Эпин-экстра	61,7	15,7	3,35	221
Вектор	Контроль	54,5	10,2	2,46	244
	Ризоторфин	58,9	10,2	2,45	242
	Экстрасол	58,8	10,6	2,60	245
	Циркон	61,6	9,9	2,61	273
	Силиплант	61,0	11,1	2,98	269
	Эпин-экстра	61,8	10,4	2,63	250

Приложение 26 – Влияние биопрепаратов и стимуляторов роста на элементы продуктивности сортов нута в Саратовском Правобережье в условиях 2015 года

Сорт	Биопрепараты и стимуляторы роста	Число растений в уборку, шт./м <sup>2</sup>	Число зерен на 1 растении, шт.	Масса зерна с 1 растения, г	Масса 1000 зерен, г
Краснокутский 36	Контроль	58,2	15,5	3,32	214
	Ризоторфин	62,5	16,0	3,44	229
	Экстрасол	63,7	16,4	3,67	227
	Циркон	64,5	15,9	4,09	258
	Силиплант	66,7	17,7	4,53	251
	Эпин-экстра	64,0	15,7	3,80	241
Золотой юбилей	Контроль	59,1	16,0	3,47	217
	Ризоторфин	63,5	16,8	3,65	226
	Экстрасол	63,2	17,2	4,22	248
	Циркон	65,7	16,8	4,46	266
	Силиплант	67,5	19,3	5,01	259
	Эпин-экстра	65,2	17,4	4,21	242
Вектор	Контроль	56,9	11,2	3,08	275
	Ризоторфин	61,3	11,5	3,05	279
	Экстрасол	61,6	11,3	3,09	271
	Циркон	64,5	10,9	3,30	306
	Силиплант	65,1	12,4	3,68	297
	Эпин-экстра	62,9	12,2	3,36	276

Приложение 27 – Влияние биопрепаратов и стимуляторов роста на элементы продуктивности сортов нута в Саратовском Правобережье в условиях 2016 года

Сорт	Биопрепараты и стимуляторы роста	Число растений в уборку, шт./м <sup>2</sup>	Число зерен на 1 растении, шт.	Масса зерна с 1 растения, г	Масса 1000 зерен, г
Краснокутский 36	Контроль	52,5	12,8	2,50	196
	Ризоторфин	56,6	12,6	2,48	203
	Экстрасол	57,5	12,7	2,49	196
	Циркон	59,4	12,9	2,56	206
	Силиплант	60,6	13,3	2,54	203
	Эпин-экстра	57,2	13,9	2,61	200
Золотой юбилей	Контроль	53,4	13,0	2,66	204
	Ризоторфин	57,8	13,4	2,72	199
	Экстрасол	56,3	13,5	2,69	203
	Циркон	60,0	13,5	2,94	219
	Силиплант	61,3	13,9	2,96	205
	Эпин-экстра	59,4	13,7	2,74	202
Вектор	Контроль	51,2	9,1	2,17	232
	Ризоторфин	55,0	9,0	2,29	240
	Экстрасол	55,8	9,1	2,22	241
	Циркон	58,1	9,4	2,35	259
	Силиплант	59,9	10,0	2,38	239
	Эпин-экстра	55,1	9,5	2,29	246

## Приложение 28 – Результаты статистической обработки данных

Урожайность нута средняя за 2011-2013 гг. (1 опыт)

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A\*B)-R

(A-фикс. B-фикс.)

Число градаций фактора A = 3

Число градаций фактора B = 5

Число блоков R = 3

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	3.074	44			
Блоки	2.217	2	1.108	334.358*	
Варианты	0.764	14	0.055	16.460*	0.096
Фактор A	0.135	2	0.067	20.348*	0.043
Фактор B	0.484	4	0.121	36.516*	0.056
Взаим. AB	0.145	8	0.018	5.459*	0.096
Остат.	0.093	28	0.003		

Множественные сравнения частных средних :

1.42defg 1.49gh 1.57hi 1.46g  
 1.29ab 1.20a 1.44efg 1.66i  
 1.51gh 1.32bc 1.23ab 1.45fg  
 1.41cdefg 1.30ab 1.22ab

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору A: (Sa= 0.015)

1.45; 1.42; 1.32;

Множественные сравнения частных средних для фактора A:

1.45b 1.42b 1.32a

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору B: (Sb= 0.019)

1.28; 1.46; 1.54; 1.42; 1.28;

Множественные сравнения частных средних для фактора B:

1.28a 1.46c 1.54d 1.42bc  
 1.28a

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Урожайность нута в 2011 году (1 опыт)

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ

Таблица дисперсионного анализа

	SS	df	ms	F
Общее	1.287	59		
Варианты	1.212	925	0.0866	52.061*
Фактор A (1 порядка)	0.223	2	0.1117	67.129*
Фактор B (2 порядка)	0.718	4	0.1796	107.951*
Взаимодействие AB	0.271	8	0.0338	20.349*
Ошибка	0.075	45	0.0017	

Средняя по опыту = 1.361

Стандартная ошибка = 0.020

Относительная ошибка = 1.499%

Средневзвешенная повторность = 4.000

Средние по градациям:

Фактор A	Градации фактора B					Средние по A
	1	2	3	4	5	
1	1.357	1.440	1.543	1.420	1.240	1.400

2	1.163	1.390	1.640	1.572	1.273	1.408
3	1.180	1.400	1.350	1.250	1.192	1.275
Средние по фак.В	1.233	1.410	1.511	1.414	1.235	
НСР(для любых средних)= 0.058						
НСРа(для средних по фактору А)= 0.026						
НСРb(для средних по фактору В)= 0.035						

Множественные сравнения частных средних :

---

1.36fgh	1.44i	1.54jk	1.42hi
1.24bcd	1.16a	1.39ghi	1.64l
1.57k	1.27d	1.18ab	1.40ghi
1.35efg	1.25cd	1.19abc	

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Урожайность нута в 2012 году (1 опыт)  
ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ

Исходные данные:

Таблица дисперсионного анализа

	SS	df	ms	F
Общее	0.614	59		
Варианты	0.564	925	0.0403	35.839*
Фактор А (1 порядка)	0.076	2	0.0379	33.729*
Фактор В (2 порядка)	0.350	4	0.0875	77.828*
Взаимодействие АВ	0.138	8	0.0173	15.373*
Ошибка	0.051	45	0.0011	
Средняя по опыту	= 1.145			
Стандартная ошибка	= 0.017			
Относительная ошибка	= 1.465%			
Средневзвешенная повторность	= 4.000			
Средние по градациям:				

---

Фактор А	Градации фактора В					Средние по А
	1	2	3	4	5	
1	1.247	1.257	1.240	1.150	1.040	1.187
2	1.020	1.202	1.330	1.120	1.060	1.146
3	1.030	1.207	1.150	1.100	1.013	1.100

Средние по фак.В	1.099	1.222	1.240	1.123	1.038
НСР(для любых средних)= 0.048					
НСРа(для средних по фактору А)= 0.021					
НСРb(для средних по фактору В)= 0.027					

Множественные сравнения частных средних :

---

1.25ij	1.26j	1.24hij	1.15de
1.04a	1.02a	1.20fghi	1.33k
1.12cde	1.06ab	1.03a	1.21ghij
1.15e	1.10bcde	1.01a	

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Урожайность нута в 2013 году (1 опыт)  
ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ

Таблица дисперсионного анализа

	SS	df	ms	F
Общее	1.744	59		
Варианты	1.638	925	0.1170	49.802*
Фактор А (1 порядка)	0.302	2	0.1512	64.347*
Фактор В (2 порядка)	1.066	4	0.2666	113.434*

Взаимодействие АВ	0.270	8	0.0337	14.350*
Ошибка	0.106	45	0.0024	
Средняя по опыту	= 1.684			
Стандартная ошибка	= 0.024			
Относительная ошибка	= 1.439%			
Средневзвешенная повторность	= 4.000			
Средние по градациям:				

Фактор А	Градации фактора В					Средние по А
	1	2	3	4	5	
1	1.658	1.780	1.920	1.800	1.582	1.748
2	1.408	1.720	1.997	1.840	1.630	1.719
3	1.467	1.730	1.715	1.550	1.462	1.585

Средние по фак.В 1.511 1.743 1.878 1.730 1.558

НСР(для любых средних)= 0.069

НСРа(для средних по фактору А)= 0.031

НСРв(для средних по фактору В)= 0.040

Множественные сравнения частных средних :

---

1.66efg 1.78hij 1.92k 1.80ij  
1.58cd 1.41a 1.72gh 2.00l  
1.84j 1.63de 1.47a 1.73ghi  
1.71fgh 1.55bc 1.46a

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средняя урожайность нута в 2011-2013 гг.(2 опыт)

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А\*В)-R

(А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 3

Число градаций фактора В = 8

Число блоков R = 3

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	НСР
Общее	12.745	71			
Блоки	9.443	2	4.721	367.816*	
Варианты	2.712	23	0.118	9.187*	0.186
Фактор А	0.523	2	0.262	20.385*	0.066
Фактор В	2.163	7	0.309	24.075*	0.071
Взаим.АВ	0.026	14	0.072	6.143*	0.107
Остат.	0.590	46	0.013		

Множественные сравнения частных средних :

---

1.48a 1.61abcde 1.54ab 1.63abcdef  
1.79defghij 1.96jklm 1.69abcdefg 1.86ghijkl  
1.63abcde 1.79cdefghij 1.66abcdefg 1.80efghij  
2.03klmn 2.21n 1.94ijklm 2.09mn  
1.50a 1.64abcdef 1.55ab 1.65abcdefg  
1.85fghijkl 2.03lmn 1.76cdefghij 1.90hijklm

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: (Sa= 0.023)

1.70; 1.89; 1.74;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

---

1.70a 1.89b 1.74a

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: (Sb= 0.038)

1.54; 1.68; 1.58; 1.70; 1.89; 2.07; 1.80; 1.95;  
 Множественные сравнения частных средних для фактора В:

1.54a 1.68b 1.58ab 1.70bc  
 1.89de 2.07f 1.80cd 1.95e

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Урожайность нута в 2011 году (2 опыт)  
 ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А\*В) - R  
 (А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 3  
 Число градаций фактора В = 8  
 Число блоков R = 4

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	3.580	95			
Блоки	0.065	3	0.022	107.424*	
Варианты	3.502	23	0.152	758.220*	0.020
Фактор А	0.617	2	0.309	1537.371*	0.027
Фактор В	2.841	7	0.406	2021.531*	0.035
Взаим. АВ	0.043	14	0.003	15.257*	0.050
Остат.	0.014	69	0.000		

Множественные сравнения частных средних :

1.45a 1.57cd 1.48b 1.58de  
 1.74k 1.91op 1.63fg 1.83lm  
 1.59de 1.71hij 1.63g 1.74k  
 1.95r 2.17u 1.86n 2.02s  
 1.55c 1.73jk 1.59e 1.72ijk  
 1.93pqr 2.09t 1.83m 1.94qr

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: (Sa= 0.003)

1.65; 1.83; 1.80;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

1.65a 1.83c 1.80b

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: (Sb= 0.004)

1.53; 1.67; 1.57; 1.68; 1.87; 2.06; 1.77; 1.93;

Множественные сравнения частных средних для фактора В:

1.53a 1.67c 1.57b 1.68c  
 1.87e 2.06g 1.77d 1.93f

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Урожайность нута в 2012 году (2 опыт)  
 ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А\*В) - R  
 (А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 3  
 Число градаций фактора В = 8  
 Число блоков R = 4

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	1.600	95			
Блоки	0.040	3	0.013	446.792*	
Варианты	1.558	23	0.068	2258.020*	0.008

Фактор А	0.058	2	0.029	973.990*	0.018
Фактор В	1.464	7	0.209	6969.619*	0.020
Взаим.АВ	0.036	14	0.003	85.652*	0.028
Остат.	0.002	69	0.000		

Множественные сравнения частных средних :

---

1.19с	1.25h	1.18с	1.24g
1.41о	1.50s	1.35l	1.43pq
1.22ef	1.33k	1.22f	1.29j
1.44r	1.58v	1.40n	1.52t
1.20d	1.29ij	1.16a	1.17b
1.43q	1.56u	1.38m	1.43q

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: (Sa= 0.001)

1.32; 1.37; 1.33;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

---

1.32a	1.37с	1.33b
-------	-------	-------

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: (Sb= 0.002)

1.20; 1.29; 1.19; 1.23; 1.43; 1.55; 1.38; 1.46;

Множественные сравнения частных средних для фактора В:

---

1.20b	1.29d	1.19a	1.23с
1.43f	1.55h	1.38e	1.46g

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Урожайность нута в 2013 году (2 опыт)  
 ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А\*В) - R  
 (А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 3

Число градаций фактора В = 8

Число блоков R = 4

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	8.351	95			
Блоки	0.035	3	0.012	6.672*	
Варианты	8.194	23	0.356	201.524*	0.059
Фактор А	2.974	2	1.487	841.209*	0.021
Фактор В	5.050	7	0.721	408.098*	0.034
Взаим.АВ	0.170	14	0.012	6.854*	0.059
Остат.	0.122	69	0.002		

Множественные сравнения частных средних :

---

1.80a	2.00e	1.97de	2.09gh
2.23j	2.47p	2.10gh	2.34mn
2.09gh	2.32klmn	2.14hi	2.38n
2.69rs	2.89t	2.55q	2.74s
1.75a	1.90c	1.89bc	2.06fg
2.19ij	2.45op	2.07g	2.34lmn

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: (Sa= 0.007)

2.12; 2.47; 2.08;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

---

2.12b	2.47с	2.08a
-------	-------	-------

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,

различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: ( $S_b = 0.012$ )

1.88; 2.07; 2.00; 2.18; 2.37; 2.60; 2.24; 2.47;

Множественные сравнения частных средних для фактора В:

---

1.88a	2.07c	2.00b	2.18d
2.37f	2.60h	2.24e	2.47g

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Урожайность нута в 2014-2016 гг. (3 опыт)

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А\*В) - R

(А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 3

Число градаций фактора В = 6

Число блоков R = 3

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	13.676	53			
Блоки	8.399	2	4.200	167.575*	
Варианты	4.425	17	0.260	10.386*	0.261
Фактор А	2.043	2	1.021	40.751*	0.072
Фактор В	2.247	5	0.449	17.934*	0.102
Взаим. АВ	0.135	10	0.013	5.539*	0.151
Остат.	0.852	34	0.005		

Множественные сравнения частных средних :

---

1.58abc	1.74bcdefg	1.82bcdefg	2.01ghij
2.20ij	1.89efgh	1.70bcde	1.88defgh
2.01fghij	2.28jk	2.52k	2.13hij
1.39a	1.52ab	1.55ab	1.69bcde
1.86cdefgh	1.65abcde		

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: ( $S_a = 0.037$ )

1.87; 2.09; 1.61;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

---

1.87b	2.09c	1.61a
-------	-------	-------

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: ( $S_b = 0.053$ )

1.56; 1.71; 1.79; 2.00; 2.20; 1.89;

Множественные сравнения частных средних для фактора В:

---

1.56a	1.71b	1.79bc	2.00d
2.20e	1.89cd		

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана.

Урожайность нута в 2014 году (3 опыт)

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А\*В) - R

(А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 3

Число градаций фактора В = 8

Число блоков R = 4

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	8.300	95			
Блоки	0.065	3	0.022	27.084*	
Варианты	8.180	23	0.356	444.424*	0.040

Фактор А	2.967	2	1.484	1853.941*	0.014
Фактор В	5.045	7	0.721	900.660*	0.023
Взаим.АВ	0.167	14	0.012	14.947*	0.046
Остат.	0.055	69	0.001		

Множественные сравнения частных средних :

---

1.80b	2.00e	1.97de	2.08g
2.23j	2.47p	2.10g	2.34mn
2.09g	2.32klm	2.14h	2.38n
2.69r	2.89t	2.55q	2.73s
1.75a	1.90c	1.89c	2.06fg
2.19ij	2.45op	2.07g	2.34lmn

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: (Sa= 0.005)

2.12; 2.47; 2.08;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

---

2.12b	2.47c	2.08a
-------	-------	-------

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: (Sb= 0.008)

1.88; 2.07; 2.00; 2.17; 2.37; 2.60; 2.24; 2.47;

Множественные сравнения частных средних для фактора В:

---

1.88a	2.07c	2.00b	2.17d
2.37f	2.60h	2.24e	2.47g

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Урожайность нута в 2015 году (3 опыт)  
 ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А\*В) -R  
 (А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 3

Число градаций фактора В = 6

Число блоков R = 4

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	13.568	71			
Блоки	0.103	3	0.034	343.153*	
Варианты	13.459	17	0.792	7886.600*	0.014
Фактор А	4.900	2	2.450	24403.525*	0.016
Фактор В	8.030	5	1.606	15997.688*	0.058
Взаим.АВ	0.530	10	0.053	527.671*	0.066
Остат.	0.005	51	0.000		

Множественные сравнения частных средних :

---

1.93d	2.15h	2.35j	2.62m
3.02p	2.43k	2.05e	2.32i
2.61m	2.93o	3.38q	2.74n
1.75a	1.87b	1.90c	2.13g
2.47l	2.11f		

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: (Sa= 0.002)

2.42; 2.67; 2.04;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

---

2.42b	2.67c	2.04a
-------	-------	-------

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: ( $S_b = 0.003$ )  
 1.91; 2.11; 2.28; 2.56; 2.96; 2.43;  
 Множественные сравнения частных средних для фактора В:

---

1.91a 2.11b 2.28c 2.56e  
 2.96f 2.43d

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,  
 различаются незначимо по критерию Дункана

Урожайность нута в 2016 году  
 ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А\*В)-R  
 (А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 3

Число градаций фактора В = 6

Число блоков R = 4

Таблица исходных данных

	1	2	3	4	Средняя
1	1.30	1.33	1.28	1.32	1.31
2	1.38	1.43	1.37	1.41	1.40
3	1.44	1.38	1.43	1.42	1.42
4	1.50	1.54	1.48	1.52	1.51
5	1.45	1.50	1.44	1.48	1.47
6	1.44	1.43	1.50	1.47	1.46
7	1.40	1.45	1.40	1.43	1.42
8	1.57	1.52	1.51	1.55	1.54
9	1.50	1.54	1.48	1.52	1.51
10	1.73	1.71	1.78	1.76	1.75
11	1.70	1.75	1.68	1.74	1.72
12	1.55	1.60	1.54	1.58	1.57
13	1.10	1.13	1.08	1.12	1.11
14	1.24	1.22	1.27	1.26	1.25
15	1.23	1.26	1.21	1.25	1.24
16	1.32	1.35	1.30	1.34	1.33
17	1.29	1.32	1.27	1.31	1.30
18	1.27	1.24	1.22	1.26	1.25

Восстановленные даты:

$x = 1.418$      $s_x = 0.011$      $p = 0.81\%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	1.944	71			
Блоки	0.010	3	0.003	6.007*	
Варианты	1.908	17	0.112	212.499*	0.032
Фактор А	1.380	2	0.690	1306.528*	0.013
Фактор В	0.466	5	0.093	176.337*	0.019
Взаим. АВ	0.062	10	0.006	11.775*	0.032
Остат.	0.027	51	0.001		

Множественные сравнения частных средних :

---

1.31de 1.40fgh 1.42gh 1.51klm  
 1.47j 1.46ij 1.42h 1.54mn  
 1.51lm 1.75p 1.72op 1.57n  
 1.11a 1.25b 1.24b 1.33e  
 1.30cde 1.25b

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,  
 различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: ( $S_a = 0.005$ )

1.43; 1.58; 1.24;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

---

1.43b 1.58c 1.24a  
 Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,  
 различаются незначимо по критерию Дункана  
 Средние по фактору В: (Sb= 0.007)  
 1.28; 1.39; 1.39; 1.53; 1.49; 1.43;  
 Множественные сравнения частных средних для фактора В:

---

1.28a 1.39b 1.39b 1.53e  
 1.49d 1.43c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,  
 различаются незначимо по критерию Дункана

Урожайность нута в 2016 году (3 опыт)  
 ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А\*В) – R  
 (А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 3

Число градаций фактора В = 6

Число блоков R = 4

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	1.944	71			
Блоки	0.010	3	0.003	6.007*	
Варианты	1.908	17	0.112	212.499*	0.032
Фактор А	1.380	2	0.690	1306.528*	0.013
Фактор В	0.466	5	0.093	176.337*	0.019
Взаим. АВ	0.062	10	0.006	11.775*	0.032
Остат.	0.027	51	0.001		

Множественные сравнения частных средних :

---

1.31de 1.40fgh 1.42gh 1.51klm  
 1.47j 1.46ij 1.42h 1.54mn  
 1.51lm 1.75p 1.72op 1.57n  
 1.11a 1.25b 1.24b 1.33e  
 1.30cde 1.25b

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,  
 различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: (Sa= 0.005)

1.43; 1.58; 1.24;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

---

1.43b 1.58c 1.24a

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,  
 различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: (Sb= 0.007)

1.28; 1.39; 1.39; 1.53; 1.49; 1.43;

Множественные сравнения частных средних для фактора В:

---

1.28a 1.39b 1.39b 1.53e  
 1.49d 1.43c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,  
 различаются незначимо по критерию Дункана