

На правах рукописи

Агафонов Олег Михайлович

**ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ СОИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ
РИЗОБИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ И СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА
В УСЛОВИЯХ ЗОНЫ НЕУСТОЙЧИВОГО УВЛАЖНЕНИЯ
НА ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ**

Специальность 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

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

Ставрополь – 2018

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Армавирская опытная станция Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур имени В.С. Пустовойта» в 2013 – 2015 гг.

Научный руководитель: кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Шабалдас Ольга Георгиевна

Официальные оппоненты: **Солодовников Анатолий Петрович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова», кафедра земледелия, мелиорации и агрохимии, профессор;
Ханиева Ирина Мироновна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова», кафедра агрономии, профессор

Ведущая организация: **Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный аграрный университет»**

Защита диссертации состоится 26 декабря 2018 г. в ____ часов на заседании диссертационного совета Д 220.062.03 при ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» по адресу: 355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12, аудитория № 3, тел/факс (8652) 34-58-70.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»: <http://www.stgau.ru> и на официальном сайте Высшей аттестационной комиссии: <http://vak.ed.gov.ru>

Автореферат разослан «___» _____ 2018 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Фаизова Вера Ивановна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Соя – ведущая культура среди зерновых бобовых по содержанию в семенах белка. Учитывая высокую потребность населения в белке, она является незаменимой культурой в решении этой проблемы. В настоящее время площади ее выращивания в России увеличиваются, в том числе и в Краснодарском крае. Для успешного выращивания этой культуры необходимо соблюдение агротехнических приемов, одним из которых является инокуляция семян сои ризобияльными препаратами; она обязательна не только при введении этой культуры на новых территориях, но даже на тех участках, где уже возделывалась соя, так как обработка семян специально подобранными высокоактивными штаммами клубеньковых бактерий существенно увеличивает урожайность растений (Адаптивные технологии возделывания масличных культур, 2011).

Возможностью положительно влиять на урожайность и качество семян сои обладают также регуляторы роста и развития растений. Они увеличивают адаптивность культуры к водным, температурным и другим стрессовым условиям. Максимальная эффективность достигается сочетанием обработки семян и некорневых подкормок, с поэтапной стимуляцией обработанных семян и растений биологически активными веществами препаратов.

Наиболее перспективными для условий зоны неустойчивого увлажнения являются скороспелые и раннеспелые сорта сои, поскольку они за счет коротких периодов вегетации в фазы цветения и образования семян не попадают в жесткие условия засухи во второй половине лета. В связи с этим для обоснования увеличения продуктивности растений сои в зависимости от применения ризобияльных препаратов и стимуляторов роста в зоне неустойчивого увлажнения необходимо проведение исследований на примере раннеспелых сортов.

Для внедрения в производство в зоне неустойчивого увлажнения элементов технологии возделывания сои, способствующих росту урожайности и улучшению качества семян, таких как обработка семян бактериальными препаратами, а также применение этих препаратов в сочетании со стимуляторами роста необходимо теоретическое и практическое обоснование данных мероприятий в конкретных почвенно-климатических условиях и на определенных сортах (Балакай Г.Т. и др., 2008; Толоконников В.В. и др., 2008; Шабалдас О.Г. и др., 2011).

Поэтому изучение обработки семян ризобияльными препаратами, стимуляторами роста и влияния их совместного применения на продуктивность растений сои является актуальным.

Степень разработанности темы исследования. На современном этапе прогрессивные компании активно используют препараты на основе нитрагина: Nitrofix® П (Нитрофикс П) – бразильский инокулянт на стерильном торфе и Nitrofix® Ж (Нитрофикс Ж) – аргентинский жидкий инокулянт.

В 1990–1994 гг. Н.Ф. Чайка и О.М. Ширинян создали комплекс препаратов инкрустирования семян (КПИС), имеющий в своем составе специфичный пленкообразователь № 2 (питательный субстрат для бактерий), микроэлементы

бора, молибдена, кобальта, а также регулятор роста гуamat натрия. Специфичный пленкообразователь № 2 позволяет сохранять жизнеспособность ризобий до 10 дней после обработки семян, а добавление микроэлементов и гуамата натрия способствует активизации симбиотического процесса (Ширинян О.М., Чайка Н.Ф., 2000; Баранов В.Ф., 2002).

Многие российские ученые – И.Н. Андреева и др. (1990), В.В. Немченко (2001), О.В. Енкина (2005), Г.Т. Балакай и др. (2008), В.Ф. Баранов и др. (2010), В.М. Пенчуков и др. (2012), М.Т. Мухина (2015), Ханиева И.М. и др. (2018) в своих исследованиях отмечают высокую производительность регуляторов роста растений. В исследованиях, проводимых в 2004–2007 гг. в Краснодарском крае, были испытаны при инкрустировании семян новые синтезированные стимуляторы роста растений – Альбит, Агrostимулин, Эмистим С. Наибольшая эффективность препарата за весь период исследований была отмечена в варианте с использованием Альбита. По обобщенным сведениям А.К. Злотникова и др. (2010), В.М. Лукомца и др. (2013), средняя прибавка урожая семян от применения Альбита по результатам испытания его в разных зонах страны составила в среднем 0,32 т/га.

Различия морфофизиологических свойств сортов сои и конкретных условий возделывания этих сортов вносят коррективы в проявление реакций определенного сорта на площадь питания растений, обусловленную способом посева, что при сочетании условий выращивания и определенного сорта позволяет выбрать наиболее рациональный способ посева.

В районах неустойчивого увлажнения значимость широкорядных посевов сои возрастает по сравнению с обычными рядовыми для более рационального использования влаги растениями и повышения засухоустойчивости агроценозов, поэтому новый сорт сои Дуниза ФГБНУ «АОС ВНИИМК» также требует проверки выращивания различными способами посева для уточнения технологии возделывания.

Цель и задачи исследований: установить влияние биопрепаратов и стимуляторов роста при предпосевной обработке семян и некорневых подкормках растений на активизацию симбиотического процесса, урожайность и качество семян сои.

В рамках поставленной цели решались следующие задачи:

1. Выявить влияние предпосевной обработки семян бактериальными препаратами на симбиотическую деятельность и развитие растений сои.
2. Изучить влияние применения ризобийных препаратов, регуляторов роста, биоорганического удобрения и способов посева на развитие растений и формирование продуктивности сои.
3. Установить влияние биопрепаратов и способов посева на биохимический состав семян сои.
4. Определить экономическую эффективность возделывания сои при применении биопрепаратов, стимуляторов роста и различных способов посева.

Научная новизна. Впервые для условий зоны неустойчивого увлажнения проведена сравнительная оценка влияния бактериальных препаратов Нитрофикс П и Нитрофикс Ж в сочетании с пленкообразователем, стимуляторами ро-

ста при обработке семян и применении некорневых подкормок растений сои сорта Дуниза биоорганическим удобрением на продуктивность культуры.

Показан положительный эффект предпосевной обработки семян бактериальными препаратами совместно с пленкообразователем и стимуляторами роста в сравнении с традиционной инокуляцией на симбиотическую деятельность, фотосинтетическую активность и продуктивность сои. Дано экономическое обоснование эффективности приемов предпосевной обработки семян и вегетирующих растений бактериальными препаратами в комплексе с пленкообразователем и стимуляторами роста.

Теоретическая и практическая значимость работы. Обоснованы элементы технологии возделывания сои в условиях неустойчивого увлажнения на черноземе обыкновенном. Результаты исследований позволяют рекомендовать производству предпосевную обработку семян препаратами Нитрофикс П и Нитрофикс Ж в сочетании с пленкообразователем и стимуляторами роста (Альбит, Нагро биоэнергетик), обеспечивающую дополнительную прибавку урожая зерна до 15 % и сбора белка до 17,5 %, прибыль при этом увеличивается до 23,0–30 %. В зоне неустойчивого увлажнения посев сои широкорядным способом (ширина междурядий – 70 см) обеспечивает наибольший эффект, урожайность при этом способе увеличивается по сравнению с рядовым посевом на 0,34 т/га.

Методология и методы исследования. При постановке и проведении полевых опытов применялись современные научные методы с использованием научных материалов по технологии выращивания сои с применением бактериальных препаратов и стимуляторов роста, аналитический, экспериментальный, статистический и экономический анализы, учеты и наблюдения проводились в соответствии с общепринятыми методиками для полевых исследований.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Дополнительное применение пленкообразователя при обработке семян ризобиальными препаратами способствует увеличению урожайности и качества семян сои.

2. Рациональное комплексное применение ризобиальных препаратов и стимуляторов роста обеспечивает наибольший экономический эффект при производстве семян сои.

3. Широкорядный способ посева в зоне неустойчивого увлажнения создает наиболее благоприятные условия для роста и развития растений сои раннеспелых сортов и обеспечивает наибольшую продуктивность при сравнении с рядовым посевом.

Степень достоверности подтверждается большим объемом экспериментальных, статистически обработанных данных, полученных в течение трех лет исследований в полевых условиях с использованием современных методов и оборудования и подтвержденных двумя актами внедрения научно-технологических разработок в производство.

Апробация результатов. Основные результаты диссертационной работы докладывались на ежегодных заседаниях методической комиссии ФГБНУ ВНИИМК (2013–2017 гг.), на научно-практической конференции Ставропольского аграрного университета «Научно обоснованные системы земледелия:

теория и практика», приуроченной к 80-летнему юбилею В.М. Пенчукова, 2013 г.; на Международной научно-практической конференции по проблеме «Актуальные вопросы экологии и природопользования», г. Ставрополь, 2014 г.; на IV Международной научной конференции по проблеме «Эволюция и деградация почвенного покрова», г. Ставрополь, 2015 г.; на V Международной научно-практической конференции по проблеме «Аграрная наука, творчество, рост», г. Ставрополь, 2015 г.; на V Международной научной конференции по проблеме «Эволюция и деградация почвенного покрова», г. Ставрополь, 2017 г.

Реализация научных исследований. Производственная проверка результатов исследований проведена в двух хозяйствах Краснодарского края.

В условиях КФХ Денисенко С.Д. с. Отрадо-Ольгинского Гулькевичского района, на площади 2 га, при обработке семян ризобияльным препаратом Нитрофикс П в комплексе с пленкообразователем прибавка урожая составляла 12,3 %, прибыль при этом по сравнению с контролем была выше на 4 800 рублей с гектара.

В «ООО Гибрид», г. Армавир, на площади 3 га, при сочетании ризобияльного препарата Нитрофикс Ж с Нагро биоэнергетиком получена прибавка урожая на 14 %, прибыль при этом по сравнению с контролем была выше на 4 200 рублей с гектара.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 7 глав, заключения, предложений производству, списка использованной научной литературы (229 наименований, в т. ч. 28 – иностранных авторов). Работа изложена на 127 страницах компьютерного текста, проиллюстрирована 29 таблицами и 10 рисунками; кроме того, содержит 30 приложений, включающих 28 таблиц и 2 акта о внедрении результатов НИР (приложения 29 и 30).

Публикации результатов исследований. По материалам диссертации опубликовано 9 работ, в том числе 3 – в рецензируемых журналах, определенных ВАК РФ.

Личный вклад автора. Автором определены: направление работы, цели и задачи, разработаны пути их решения и обобщены материалы полученных результатов, сформулированы основные положения по работе, на основании которых сформированы заключение и предложения производству.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В главе рассматриваются агроэкологические основы возделывания сои, детально анализируются научные и практические материалы о роли симбиотической деятельности в биологизации земледелия, применении ризобияльных препаратов и стимуляторов роста, способах посева при выращивании данной культуры в условиях зоны неустойчивого увлажнения, дается оценка влияния этих приемов на рост и развитие растений, формирование элементов продуктивности и показателей качества зерна.

2. ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ. ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Почвенно-климатическая характеристика опытного участка. Полевые опыты проводились в 2013–2015 гг. на экспериментальной базе ФГБНУ «АОС ВНИИМК». Годовая сумма выпадающих осадков по многолетним данным составляет 576,1 мм. Среднесуточная температура по среднемноголетним данным составляет 10,6 °С. Полевые исследования проводились на черноземе обыкновенном малогумусном мощном тяжелосуглинистом, сформированном на лёссовидном карбонатном суглинке. Содержание гумуса в пахотном слое колеблется от 4,0 до 4,5 %, в подпахотном – от 2,7 до 3,2 %, в горизонте В – от 0,9 до 2,6 %. Почва имеет среднюю (15,1–30,0 мг/кг почвы) нитрификационную способность (N–NO₃), среднее (16–30 мг/кг почвы) содержание подвижного фосфора (P₂O₅), повышенное (301–400 мг/кг почвы) содержание обменного калия (K₂O).

2.2. Метеорологические условия в годы проведения исследований. В 2013 году погодные условия оказались относительно благоприятными для роста и развития растений сои, за вегетационный период (апрель–сентябрь) выпало 406,4 мм осадков – 118,9 % от нормы, что положительно сказалось на урожайности сои. Среднемесячные температуры 2013 года за вегетационный период в основном превышали среднемноголетние значения за соответствующий период. В 2014 и 2015 гг. погодные условия оказались неблагоприятными для роста и развития посевов сои. За вегетационный период 2013 г. (апрель–сентябрь) выпало 302,2 мм осадков – 88,4 %, а в 2015 г. – 81,3 % от среднемноголетней нормы, что в сочетании с повышенными среднемесячными температурами воздуха отрицательно сказалось на урожайности сои.

2.3. Объекты исследований. *Сорт сои* – Дуниза, селекции ФГБНУ «АОС ВНИИМК», раннеспелый, предназначен для возделывания в основных и повторных посевах. *Ризобийные препараты*: Нитрофикс П – бразильский инокулянт на сухом, гамма-стерилизованном торфе для обработки семян сои; Нитрофикс Ж – аргентинский инокулянт в жидкой форме на основе стабилизированного гелевого субстрата для сои. *Пленкообразователь* – питательный субстрат для бактерий на основе фосфатидов сои, создан в 1990–1994 годах Н.Ф. Чайка и О.М. Шириняном, позволяет сохранять жизнеспособность ризобий до 10 дней после обработки семян. *Стимуляторы роста*: препарат комплексного действия «Альбит», биоэнергетик всхожести семян «Нагро», биоорганическое комплексное удобрение «Нагро универсальное».

2.4. Методика исследований. В исследованиях закладывалось два опыта. Схема первого опыта включала варианты: 1. Контроль (без обработки). 2. Нитрофикс П (2,0 кг/т). 3. Нитрофикс Ж (2,5 л/т). 4. Нитрофикс П (2,0 л/т) + пленкообразователь. 5. Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + пленкообразователь.

Во втором опыте изучались два фактора:

– комплексное применение бактериального препарата и стимуляторов роста (фактор А): 1. Контроль (без обработки). 2. Нитрофикс Ж (2,5 л/т). 3. Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Альбит (50 мл/т). 4. Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнер-

гетик (0,7 л/т). 5. Нитрофикс Ж (2,5 л/т); биоорганическое удобрение Нагро универсальное (0,7 л/га). 6. Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т); биоорганическое удобрение Нагро универсальное (0,7 л/га) – некорневая подкормка биоорганическим удобрением осуществлялась в фазы: 2–3 настоящих листа, ветвление и налив семян;

– способы посева (фактор В): широкорядный (ширина междурядий 70 см) и рядовой (ширина междурядий 15 см).

Обработка семян по вариантам опытов проводилась непосредственно перед посевом, вручную, согласно разработанной программе, в условиях, безопасных по влиянию ультрафиолетовых лучей на бактериальные препараты (густая тень лесополосы). Вода, используемая для приготовления растворов препаратов, была предварительно отстояна от ионов хлора не менее суток. Опрыскивание растений в период вегетации проводили с помощью ранцевого аккумуляторного опрыскивателя Grand АО-16. Полевые опыты закладывались по методике Б.А. Доспехова (1985). Учеты и наблюдения в течение вегетации сои проводили в соответствии с Методикой проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами (Лукомец В.М. и др., 2010).

Определение масличности, содержания белка и ТИА семян сои проводилось в лаборатории биохимии ФГБНУ ВНИИМК на ИК-анализаторе Matrix-I в соответствии с нормативными методами, спектры регистрировались согласно руководству на ПО OPUS в спектральном диапазоне 3500–12500 см⁻¹ с разрешением 16 см⁻¹.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили дисперсионным и корреляционным методами в изложении Б.А. Доспехова (1985).

2.5. Агротехника в опытах общепринятая для почвенно-климатических условий зоны проведения исследований. Предшественник в опыте – озимая пшеница. Основная обработка почвы проводилась по типу полупара. Посев механизированный, проходил в оптимальные сроки.

3. РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ РИЗОБИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ И СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА

3.1. Густота стояния и сохранность растений. Установлено, что обработка семян ризобияльными препаратами без применения пленкообразователя способствовала увеличению густоты стояния растений сои к фазе полной спелости, которая составляла 35,2–35,5 шт./м², что выше контроля на 1,7–2,0 шт./м².

Наиболее высокую сохранность растений – от 94,1 до 96,9 % – обеспечивала комплексная обработка семян ризобияльными препаратами с пленкообразователем: так, по сравнению с контролем она была выше на 2,3–5,1 %. В обоих способах посева обработка ризобияльным препаратом в сочетании со стимулятором роста Нагро биоэнергетик и дополнительная некорневая подкормка биоорганическим удобрением Нагро универсальное способствовали достоверному

увеличению сохранности растений к фазе полной спелости, которая была выше по сравнению с контролем на 3,2–3,5 % в широкорядном и на 1,7–2,2 % – в рядовом посеве.

3.2. Фенологические наблюдения. Отличия в длительности прохождения фаз развития в зависимости от изучаемых препаратов отмечены в фазу образования бобов. В итоге определено, что при применении комплексной обработки семян ризобияльными препаратами с пленкообразователем общая продолжительность вегетационного периода увеличивалась на 3 дня по сравнению с контролем. Сочетание ризобияльного препарата со стимуляторами роста (фактор А) также способствовало увеличению вегетационного периода на 3–4 дня по сравнению с контролем (без обработки). Существенных отличий в прохождении фаз и в целом вегетационного периода в зависимости от способов посева (фактор В) не установлено.

3.3. Высота растений. Наибольшее увеличение высоты растений по сравнению с контролем отмечено при обработке семян Нитрофиксом в порошкообразной форме совместно с пленкообразователем: в фазы ветвления и цветения – на 6,2 см, в фазу образования бобов – на 8 см. Установлены достоверные превышения высоты растений в широкорядном посеве по отношению к рядовому: в фазе ветвления – на 3,6–4,5 см, в фазе цветения – на 1,3–3,6 см, в фазе образования бобов – на 5,5–7,8 см.

4. СИМБИОТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ РИЗОБИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ

Связанный азот в почве образуется в результате симбиотической и ассоциативной азотфиксации, поступления с осадками или полива и внесения удобрений.

Для активной симбиотической деятельности каждому виду бобовых растений требуются свои определенные бактерии. Интенсивность азотфиксации в посевах сои зависит от комплекса факторов: почвенно – климатических условий, уровня агротехники, сортовых особенностей, но прежде всего от влажности почвы, так как клубеньковые бактерии слабо размножаются при влажности почвы ниже 40 % от полной полевой влагоемкости, особенно необходимо достаточное содержание влаги в почве весной в первой половине лета, что способствует активному размножению и передвижению клубеньковых бактерий в почве.

Максимальное количество клубеньков в среднем за годы исследований образовано в фазы цветения – 2 042–2 130 шт./м² и образования бобов – 2 393–2 410 шт./м² в вариантах, где бактериальные препараты для обработки семян сои применялись в сочетании с пленкообразователем, что на 28,4–34,0 % и на 32,7–33,7 % соответственно выше по сравнению с вариантом без обработки семян (рисунок 1).

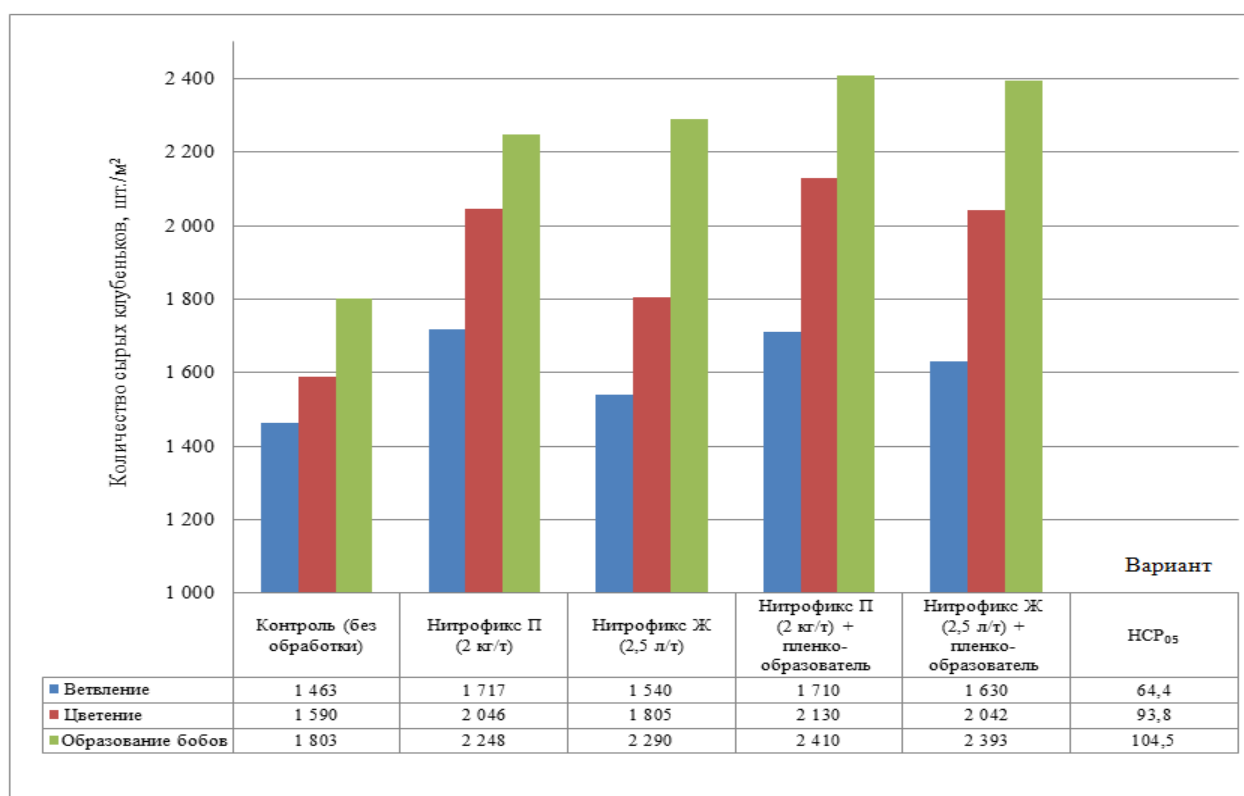


Рисунок 1 – Количество сырых клубеньков в посевах сои в зависимости от обработки семян ризобияльными препаратами, среднее за 2013–2015 гг.

Показатели количества клубеньков в вариантах с обработкой семян препаратами Нитрофикс П и Нитрофикс Ж при обычном применении без пленкообразователя также были выше на 24,7–27,0 % по сравнению с контролем.

Признаком хорошего качества инокулирования и гарантии эффективности является количество здоровых клубеньков. Округлые крупные и шероховатые клубеньки, находящиеся преимущественно на основном корне, работают наиболее эффективно, поскольку свидетельствуют о большом количестве живых бактерий, а значит, и производимого азота. Мелкие и гладкие клубеньки на корневых отростках не являются достаточно эффективными.

Достаточность клубеньков для активной азотфиксации можно оценить их массой. Установлено, что, несмотря на различия в погодных условиях, складывающихся в вегетационный период сои в годы проведения исследований, инокуляция семян бактериальными препаратами Нитрофикс П (2 кг/т) и Нитрофикс Ж (2,5 л/т) способствует увеличению симбиотической азотфиксации посевов сои. Добавление пленкообразователя к указанным бактериальным препаратам приводит к увеличению количества и массы клубеньков на корнях сои.

Обработка семян инокулянтом Нитрофикс в порошкообразной и жидкой формах увеличивает к фазе образования бобов массу сырых клубеньков на 15,7–37 % по отношению к контролю (рисунок 2).

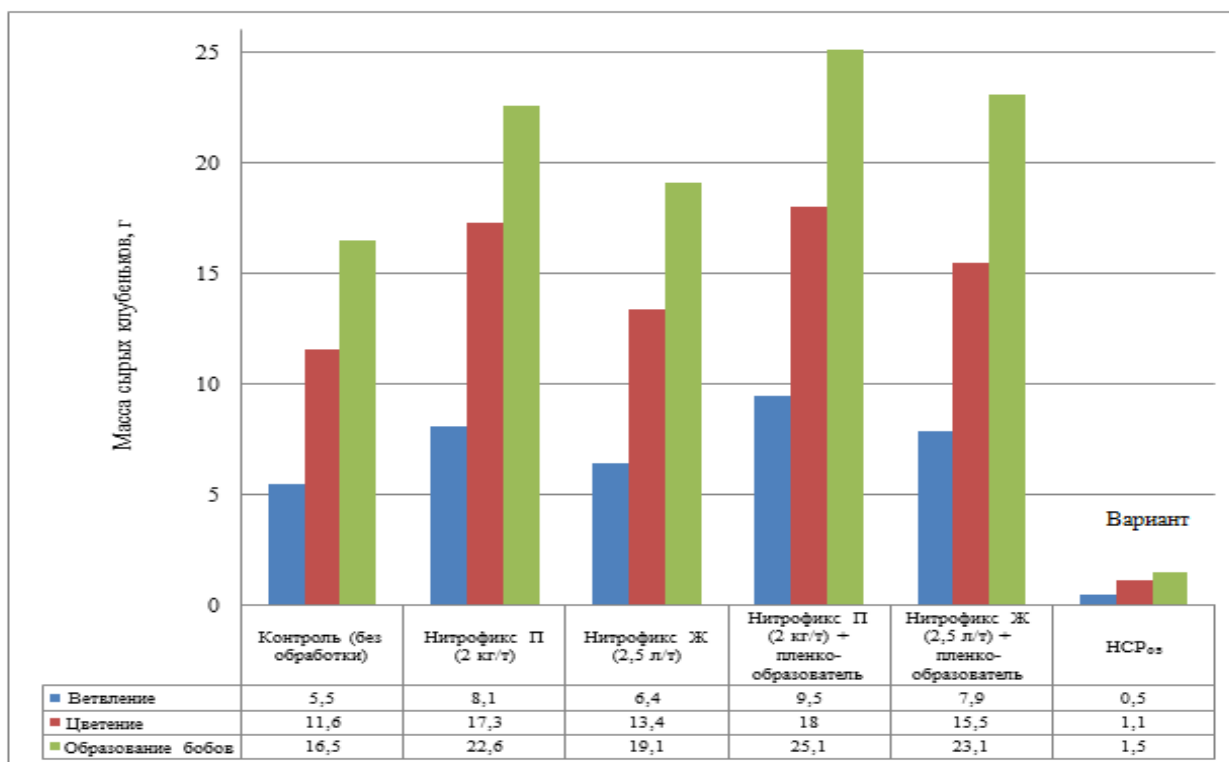


Рисунок 2 – Масса сырых клубеньков в посевах сои в зависимости от обработки семян ризобияльными препаратами, среднее за 2013–2015 гг.

При добавлении к ризобияльным препаратам пленкообразователя масса клубеньков на 1 м² к фазе образования бобов увеличивается по отношению к контролю на 40,0–52,1 % соответственно.

В среднем за годы исследований активный симбиотический потенциал (АСП) за период вегетации ветвление – образование бобов в зависимости от обработки семян ризобияльными препаратами составлял 2 592–3 468 кг·дней/га, что достоверно превышало контроль на 418–1 294 кг·дней/га.

Наибольший активный симбиотический потенциал в среднем за три года был отмечен в вариантах с сочетанием ризобияльных препаратов в порошкообразной и жидкой формах с пленкообразователем: в сочетании с Нитрофиксом П – 3 468 кг·дней/га, а с Нитрофиксом Ж – 3 066 кг·дней/га, что существенно превышает контрольный вариант.

5. ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПОСЕВОВ СОИ

5.1. Формирование фотосинтетического аппарата в зависимости от применения ризобияльных препаратов и стимуляторов роста

При исследовании влияния применения ризобияльных препаратов и стимуляторов роста определено, что площадь листовой поверхности растений по всем вариантам активно увеличивалась от цветения к образованию бобов, а уменьшение фотосинтетической деятельности происходило от образования бобов к наливу семян. Наибольший фотосинтетический потенциал установлен

при обработке семян Нитрофиксом в различных препаративных формах, который применялся в сочетании с пленкообразователем, – 1 142,1 (Нитрофикс Ж) и 1 193,4 (Нитрофикс П) тыс. м²/га·сут (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели фотосинтетической деятельности растений сои в фазе образования бобов в зависимости от обработки семян ризобияльными препаратами, среднее за 2013–2015 гг.

Препарат	Максимальная площадь листьев, тыс. м ² /га	ФП, тыс. м ² /га·сут	ЧПФ, г/м ² ·сут
Контроль (без обработки)	35,5	887,5	2,69
Нитрофикс П (2 кг/т)	39,2	1 019,2	2,58
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	38,7	1 006,2	2,60
Нитрофикс П (2 кг/т) + пленкообразователь	44,2	1 193,4	2,49
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + пленкообразователь	42,3	1 142,1	2,49
НСР ₀₅	2,7	65,7	0,14

Чистая продуктивность фотосинтеза максимальной величины достигала в фазе образования бобов, но прямой зависимости от ФП не установлено.

Обработка семян бактериальным препаратом Нитрофикс Ж как в чистом виде, так и в сочетании со стимуляторами роста, а также применение некорневой подкормки биоорганическим удобрением растений и стимуляторов роста при широкорядном и рядовом посевах способствовали активной симбиотической деятельности растений сои. Наибольшее накопление фотосинтетического потенциала отмечено в варианте с совместным использованием ризобияльного препарата Нитрофикс Ж со стимулятором роста Нагро биоэнергетик при обработке семян, а также вегетирующих растений биоорганическим удобрением – 1 344,0 тыс. м²/га·сут в широкорядном посевах и 884,8 тыс. м²/га·сут в рядовом посевах.

В целом можно отметить, что при применении бактериальных препаратов в комплексе со стимуляторами роста формируются наибольшая площадь листьев и фотосинтетический потенциал.

5.2. Накопление сухой массы растениями сои. Применение бактериальных препаратов способствовало более активному накоплению массы сухого вещества, которая увеличивалась на 776–875 кг/га по сравнению с контролем. Наибольшее ее накопление отмечается при комплексной обработке семян ризобияльными препаратами с пленкообразователем – 9 678–10 216 кг/га, что выше по сравнению с контролем на 18,5–25,0 %.

Максимальное накопление сухого вещества как в широкорядном, так и в рядовом посевах также отмечено в фазе налива семян при сочетании ризобияльного препарата со стимуляторами роста при обработке семенного материала и вегетирующих растений. Наибольшая масса сухого вещества в широкорядном

посеве получена в варианте с обработкой семян Нитрофиксом Ж в сочетании с Нагро биоэнергетиком и 3-кратной некорневой подкормкой в период вегетации биоорганическим удобрением Нагро универсальное – 10 783 кг/га. В целом можно отметить, что в широкорядном посеве накопление сухого вещества проходило более интенсивно, чем в рядовом посеве, – на 28,8–37,3 %.

6. ПРОДУКТИВНОСТЬ СОИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ РИЗОБИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ И СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА

6.1. Структура урожая. Анализ показателей структуры урожая позволил выявить, что применение ризобиальных препаратов самостоятельно или в сочетании с пленкообразователем увеличивает сохранность количества растений к уборке на 1,7–4,8 штук растений на один метр квадратный, что является достоверным увеличением по отношению к контролю.

Показатель количества бобов незначительно увеличивался в зависимости от изучаемых вариантов, но существенного различия не имел.

Установлено, что значимое влияние на увеличение количества семян сои оказали варианты, где ризобиальные препараты применялись в сочетании с пленкообразователем: их количество на одном растении увеличивалось на 4–7 штук, что является достоверной прибавкой.

Масса 1000 семян находилась в пределах 140,4–141,0 грамма, это свидетельствует о том, что обработка семян бактериальными препаратами существенного влияния на этот показатель не оказывает.

Применение бактериального препарата в сочетании со стимуляторами роста (фактор А) оказало влияние на показатели структуры урожая как в широкорядном, так и рядовом посевах.

В широкорядном посеве отмечено, что сохранность количества растений на один гектар ко времени созревания сои лучше всего обеспечивала обработка семян Нитрофиксом в сочетании с некорневой подкормкой биоорганическим удобрением (387 тыс. шт./га), а также сочетание Нитрофикса с биоэнергетиком и внекорневой подкормкой биоорганическим удобрением (385 тыс. шт./га).

Достоверное увеличение количества бобов на 2–4 штуки и семян на 3–5 штук на растении установлено на всех изучаемых вариантах. Максимальное количество бобов и семян с одного растения было отмечено при обработке семян Нитрофиксом с биоэнергетиком и в варианте с дополнительной некорневой подкормкой биоорганическим удобрением Нагро универсальное.

По результатам анализа структуры урожая рядового посева отмечено, что применение биопрепаратов, так же как и в широкорядном посеве, способствует сохранению количества растений на 1 га к уборке. Максимальное количество бобов и семян с одного растения составляло при сочетании Нитрофикса с Нагро биоэнергетиком и некорневой подкормкой биоорганическим удобрением Нагро универсальное 21 и 39 штук.

Применение бактериальных препаратов, стимуляторов роста и жидкого биоорганического удобрения в широкорядном и рядовом посевах сои не оказывало существенного влияния на массу 1000 семян.

Установлено (фактор В), что наиболее высокие показатели структуры урожая получены при широкорядном способе посева. Количество бобов на растении по вариантам в широкорядном посеве было выше на 3–4, семян – на 6–8 штук, что является достоверным увеличением по сравнению с рядовым посевом.

6.2. Влияние обработки семян ризобияльными препаратами на продуктивность сои

Наибольшая урожайность сои за годы исследований была получена в благоприятный по увлажнению 2013 год – 2,63–2,92 т/га.

Дефицит осадков 2014 года, который был отмечен с июня по сентябрь, оказал неблагоприятное влияние на рост и развитие растений, что отрицательно сказалось и на урожайности сои.

В 2015 году среднемесячные температуры за вегетационный период, так же как и в 2014 году, в основном превышали среднемноголетние значения, что в сочетании с дефицитом влажности почвы отрицательно влияло на продуктивность сои (таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность сои в зависимости от обработки семян ризобияльными препаратами, т/га

Препарат	Год			Среднее	Прибавка к контролю
	2013	2014	2015		
Контроль (без обработки)	2,63	1,12	1,04	1,60	–
Нитрофикс П (2 кг/т)	2,73	1,21	1,17	1,70	0,10
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	2,82	1,19	1,14	1,72	0,12
Нитрофикс П (2 кг/т) + пленкообразователь	2,92	1,32	1,24	1,83	0,23
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + пленкообразователь	2,71	1,30	1,22	1,74	0,14
НСР ₀₅	0,17	0,09	0,08	0,06	–

В среднем за годы исследований прибавка урожая в сравнении с контролем была существенна по всем вариантам опыта. Самая высокая урожайность сои отмечена при обработке семян препаратом Нитрофикс П (2 кг/т) в комплексе с пленкообразователем – 1,83 т/га, прибавка урожайности к контролю составила 0,23 т/га.

Наибольший сбор белка с гектара за годы исследований, с учетом наиболее высокой урожайности составивший 0,9–1,05 т/га, был получен в благоприятный по увлажнению 2013 год (таблица 3).

Таблица 3 – Сбор масла и белка в зависимости от обработки семян ризобиальными препаратами, т/га

Препарат	2013		2014		2015		среднее	
	масло	белок	масло	белок	масло	белок	масло	белок
Контроль (без обработки)	0,52	0,90	0,19	0,43	0,17	0,39	0,29	0,57
Нитрофикс П (2 кг/т)	0,55	0,98	0,21	0,48	0,21	0,45	0,32	0,64
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	0,56	1,00	0,21	0,47	0,19	0,45	0,32	0,64
Нитрофикс П (2 кг/т) + плен- кообразователь	0,59	1,05	0,22	0,52	0,22	0,50	0,34	0,69
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + плен- кообразователь	0,55	0,98	0,22	0,53	0,20	0,44	0,32	0,65
НСР ₀₅	0,03	0,05	–	0,04	0,02	0,03	0,02	0,03

Несмотря на более высокое содержание белка в семенах, в 2014 и 2015 гг. за счет более низкой урожайности семян сои соответственно снижался сбор белка, и в зависимости от изучаемых вариантов он составлял в 2014 году 0,43–0,53 т/га, а в 2015-м – 0,39–0,50 т/га.

Увеличение этого показателя было стабильным в течение трех лет при применении обработки семян Нитрофиксом в различных формах как в чистом виде, так и при сочетании их с пленкообразователем. Максимальный сбор белка отмечен при комплексном применении бактериальных препаратов с пленкообразователем, по сравнению с контролем в этих вариантах в среднем за три года он был выше на 14–21 %.

6.3. Влияние обработки ризобиальным препаратом и стимуляторами роста на продуктивность сои в широкорядном и рядовом посевах

Анализ формирования урожайности при обработке семян сои ризобиальным препаратом Нитрофикс Ж, стимуляторами роста Альбит и Нагро биоэнергетик, с 3-кратной некорневой подкормкой вегетирующих растений биоорганическим удобрением Нагро универсальное показал, что его величина нестабильна по годам исследований (таблица 4).

Таблица 4 – Урожайность сои в зависимости от обработки ризобиальным препаратом и стимуляторами роста в широкорядном и рядовом посевах, т/га

Препарат (фактор А)	Способ посева (фактор В)	Год			Среднее	Прибавка к контролю
		2013	2014	2015		
Контроль (без обработки)	широко- рядный	2,58	1,06	1,01	1,55	–
	рядовой	2,00	0,84	0,81	1,22	–
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	широко- рядный	2,71	1,14	1,10	1,65	0,10
	рядовой	2,06	0,89	0,87	1,27	0,05
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Альбит (50 мл/т)	широко- рядный	2,75	1,20	1,16	1,70	0,15
	рядовой	2,08	0,91	0,89	1,29	0,07
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т)	широко- рядный	2,75	1,24	1,20	1,73	0,18
	рядовой	2,08	0,95	0,96	1,33	0,11
Нитрофикс Ж (2,5 л/т); Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	широко- рядный	2,79	1,22	1,18	1,73	0,18
	рядовой	2,16	0,97	0,94	1,36	0,14
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т); Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	широко- рядный	2,78	1,26	1,22	1,75	0,20
	рядовой	2,23	0,96	1,03	1,41	0,19
НСР ₀₅ для фактора А		0,08	0,06	0,06	0,04	–
НСР ₀₅ для фактора В		0,07	0,05	0,06	0,03	–
НСР ₀₅ для частных средних		0,14	0,10	0,11	0,06	–

Установлено, что наиболее высокая урожайность сои была получена в 2013 году, когда условия для симбиоза складывались более благоприятно: в зависимости от изучаемых вариантов она составляла при широкорядном посеве 2,58–2,78 т/га, а в рядовом посеве – 2,00–2,23 т/га. В 2014 году урожайность была ниже по сравнению с 2013-м – 1,06–1,26 т/га при широкорядном способе посева и 0,84–0,97 т/га при рядовом посеве. В 2015 году получена наименьшая за период исследований урожайность: 1,01–1,22 т/га в широкорядном и 0,81–1,03 т/га в рядовом посевах. В среднем за 2013–2015 гг. исследований установлено, что

сочетание бактериального препарата со стимулятором роста Альбит позволило получить прибавку урожая на 9,6 % в широкорядном и на 11,6 % в рядовом посевах, а с Нагро биоэнергетиком – на 5,7 % в широкорядном и 9,0 % в рядовом посевах.

Наибольшая прибавка урожая отмечена в варианте с обработкой семян бактериальным препаратом Нитрофикс Ж в комбинации с Нагро биоэнергетиком, а также 3-кратной некорневой подкормкой вегетирующих растений биоорганическим удобрением Нагро универсальное. В широкорядном посеве прибавка составляла 0,20 т/га, а в рядовом – 0,19 т/га, что выше на 12,9 % (широкорядный посев) и 15,5 % (рядовой) по сравнению с контролем.

С учетом урожайности наибольший сбор белка с гектара сои за период исследований был получен в 2013 году: так, в широкорядном посеве он составлял 0,89–0,97 т/га, а в рядовом – 0,73–0,86 т/га. Несмотря на более высокое содержание белка в семенах, в 2014 и 2015 годах за счет низкой урожайности семян сои соответственно снижался сбор белка. В зависимости от изучаемых вариантов он составлял в 2014 году при широкорядном посеве 0,40–0,49 т/га и при рядовом посеве 0,32–0,35 т/га, а в 2015-м – соответственно 0,38–0,48 т/га и 0,30–0,37 т/га.

Увеличение этого показателя было стабильным в течение трех лет при применении обработки семян бактериальным препаратом Нитрофикс Ж как в чистом виде, так и при применении его в сочетании со стимуляторами роста, а также некорневыми подкормками биоорганическим удобрением Нагро универсальное. В последнем случае отмечен максимальный сбор белка, по сравнению с контролем в этих вариантах в среднем за три года он был выше на 14,3 % при широкорядном способе посева и на 9,4–15,1 % при рядовом способе посева.

Сбор масла наиболее высоким был в благоприятном по увлажнению 2013 году и составлял при широкорядном способе посева 0,51–0,57 т/га, а при обычном рядовом способе посева – 0,41–0,47 т/га. В 2014–2015 гг. содержание масла в семенах при широкорядном способе посева было ниже, чем в 2013-м, на 2,9 %, при обычном рядовом способе посева – ниже на 2,5 %, а также снижалась и урожайность семян сои. В среднем за 2013–2015 гг. максимальный сбор масла – 0,31–0,33 т/га – отмечен при широкорядном способе посева в вариантах с применением бактериального препарата Нитрофикс Ж, стимуляторами роста и вегетирующих растений биоорганическим удобрением (таблица 5).

Таблица 5 – Сбор масла и белка в зависимости от обработки семян ризобияльным препаратом и стимуляторами роста, т/га

Препарат (фактор А)	Способ посева (фактор В)	2013		2014		2015		Среднее	
		масло	белок	масло	белок	масло	белок	масло	белок
Контроль (без обработки)	широкорядный	0,51	0,89	0,18	0,40	0,16	0,38	0,28	0,56
	рядовой	0,41	0,73	0,12	0,32	0,12	0,30	0,22	0,45
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	широкорядный	0,54	0,94	0,19	0,46	0,17	0,44	0,30	0,61
	рядовой	0,42	0,78	0,13	0,33	0,13	0,31	0,23	0,47
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Альбит (50 мл/т)	широкорядный	0,55	0,95	0,20	0,47	0,19	0,45	0,31	0,62
	рядовой	0,43	0,79	0,14	0,33	0,15	0,32	0,24	0,48
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т)	широкорядный	0,56	0,95	0,21	0,48	0,20	0,46	0,32	0,63
	рядовой	0,43	0,79	0,14	0,35	0,16	0,34	0,24	0,49
Нитрофикс Ж (2,5 л/т); Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	широкорядный	0,57	0,97	0,20	0,48	0,19	0,46	0,32	0,64
	рядовой	0,45	0,82	0,15	0,35	0,16	0,32	0,25	0,50
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т); Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	широкорядный	0,57	0,96	0,21	0,49	0,21	0,48	0,33	0,64
	рядовой	0,47	0,86	0,15	0,35	0,17	0,37	0,26	0,53
НСР ₀₅ для фактора А		0,01	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
НСР ₀₅ для фактора В		0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,01
НСР ₀₅ для частных средних		0,03	0,05	0,02	0,04	0,03	0,04	0,04	0,02

На основании проведенных исследований можно утверждать, что симбиотическая деятельность и метеорологические условия года оказывали большое влияние на показатели структуры урожая, урожайность и качество семян сои, в связи с этим можно сделать выводы: обработка семян бактериальными препаратами, особенно в сочетании с пленкообразователем и в комплексе со стимуляторами роста как при обработке семян, так и вегетирующих растений, являются важными агротехническими приемами, которые обеспечивают повышение урожайности и качества семян.

Учитывая короткую продолжительность активного симбиоза, особенно при неблагоприятных условиях, выявление факторов, влияющих на активизацию этого процесса, имеет большое значение в обеспечении интенсивности продукционного процесса сои.

7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РИЗОБИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ И СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СОИ

Наиболее высокая урожайность (1,72–1,83 т/га) и относительно невысокие производственные затраты позволили получить достаточно высокую прибыль (19 472–22 191 руб./га) при комплексной обработке семян сои ризобийными препаратами с пленкообразователем.

Максимальная рентабельность при изучении обработки семян ризобийными препаратами была в вариантах с применением препаратов Нитрофикс П и Нитрофикс Ж в сочетании с пленкообразователем – 95–107 %, что выше по сравнению с применением бактериальных препаратов в чистом виде на 2–15 %, а с контролем – на 12–24 %. Наиболее рентабельным (107 %) было применение на сое ризобийного препарата Нитрофикс в порошкообразной форме (2 кг/т) совместно с пленкообразователем.

Полученная урожайность сои – 1,73 т/га в широкорядном посеве при обработке семян ризобийным препаратом в сочетании со стимулятором роста Нагро биоэнергетик позволила получить наиболее высокую прибыль – 19 668 руб./га. Учитывая показатели себестоимости продукции и прибыли с одного гектара, наиболее высокий уровень рентабельности получен при применении обработки семян ризобийным препаратом Нитрофикс Ж в комплексе со стимуляторами роста Альбит и Нагро биоэнергетик: 91–94 % – при широкорядном и 53–56 % – при рядовом способе посева.

Наиболее высокая прибыль в зависимости от применяемых препаратов, в среднем за 2013–2015 гг., получена при широкорядном способе посева – 17 827–19 668 руб./га, что превышает прибыль при рядовом способе на 7 921–8 314 руб./га.

Таким образом, установлено, что применение бактериальных препаратов для обработки семян в сочетании с пленкообразователем и стимуляторами роста обеспечивает высокую прибыль и повышает уровень рентабельности возделывания сои.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты научных исследований по изучению ризобиальных препаратов и стимуляторов роста, применяемых при выращивании сои, которые проведены в 2013–2015 годах в зоне неустойчивого увлажнения на черноземе обыкновенном, позволили сделать следующие выводы.

Применение ризобиальных препаратов Нитрофикс Ж (2,5 л/т) и Нитрофикс П (2 кг/т) увеличивает симбиотическую деятельность растений сои, особенно в сочетании с пленкообразователем, что обеспечивает максимальную величину массы сырых клубеньков – 22,6–25,1 г/м² (на 6,1–8,6 г/м² больше контроля).

Обработка семян ризобиальным препаратом Нитрофикс П (2 кг/т) в сочетании с пленкообразователем обеспечивает максимальный активный симбиотический потенциал – 3 468 кг·сутки/га.

Под влиянием обработки семян ризобиальным препаратом Нитрофикс П (2 кг/т) в сочетании с пленкообразователем получены максимальные значения площади листьев – 44,2 тыс. м²/га, ФП – 1 193,4 тыс. м²/га·сут и массы сухого вещества – 10 216 кг/га.

Урожайность сои при обработке семян ризобиальным препаратом Нитрофикс П (2 кг/т) в сочетании с пленкообразователем была наибольшей и составила 1,83 т/га, что на 0,23 т/га выше, чем в контроле. Здесь также получен максимальный сбор растительного белка – 0,69 т/га и масла – 0,34 т/га.

В широкорядном и рядовом посевах сочетание обработок семян ризобиальным препаратом Нитрофикс Ж (2,5 л/т) со стимуляторами роста Альбит (50 мл/т) и Нагро биоэнергетик (0,7 л/т), а также 3-кратной некорневой подкормкой биоорганическим удобрением Нагро универсальное (0,7 л/га) способствует увеличению фотосинтетической деятельности растений сои, обеспечивая максимальные значения площади листьев – 48,0 тыс. м²/га, ФП – 1 344,0 тыс. м²/га·сут, массы сухого вещества – 10 783 кг/га.

При широкорядном и рядовом способах посева комплексное использование ризобиальных препаратов, пленкообразователя, стимуляторов роста и биоорганического удобрения способствует формированию большего количества семян на одно растение (на 3–7 шт.) по отношению к контролю.

Урожайность сои при широкорядном способе посева выше по сравнению с рядовым на 24–27 %, а применение стимуляторов роста Альбит (50 мл/т) и Нагро биоэнергетик (0,7 л/т) для обработки семян в сочетании с Нитрофиксом Ж (2,5 л/т) и 3-кратная некорневая подкормка биоорганическим удобрением Нагро универсальное (0,7 л/га) при обоих способах посева позволяет повысить урожайность культуры на 6–16 %, сбор масла – на 0,02–0,05 т/га и сбор белка – на 0,03–0,08 т/га.

При обработке семян сои перед посевом ризобиальным препаратом Нитрофикс в жидкой и порошкообразной формах в сочетании с пленкообразователем достигается оптимизация затрат и получение прибавки урожая, при которых отмечается наиболее высокая прибыль – 19 472–22 191 руб./га.

Обработка семян ризобиальным препаратом Нитрофикс Ж в комплексе со стимулятором роста Нагро биоэнергетик при широкорядном и рядовом способах посева обеспечивает высокий уровень рентабельности – 56–94 %. Наиболее высокая прибыль, в среднем за 2013–2015 гг., получена при широкорядном способе посева – 15 897–19 668 руб./га, что превышает этот показатель при рядовом способе посева на 6 746–8 314 руб./га.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Для повышения урожайности и качества семян раннеспелых сортов сои в зоне неустойчивого увлажнения на черноземе обыкновенном рекомендуется применять следующие способы обработки семян:

- сухой ризобиальный препарат Нитрофикс П (2 кг/т) в сочетании со специфичным пленкообразователем № 2 на основе фосфатидов сои (6 л/т);
- жидкий ризобиальный препарат Нитрофикс Ж (2,5 л/т) в сочетании с регуляторами роста Нагро биоэнергетик (0,7 л/т) или Альбит (50 мл/т).

Для обеспечения наибольшего агрономического и экономического эффекта от применения ризобиальных препаратов и регуляторов роста посев сои осуществлять широкорядным способом, при котором достигается максимальное увеличение показателей эффективности.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, опубликованные в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Зайцев, Н.И. Образование клубеньков в зависимости от предпосевной обработки семян сои бактериальными препаратами / Н.И. Зайцев, **О.М. Агафонов**, О.Г. Шабалдас, О.И. Власова // Масличные культуры. Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – 2017. – Вып. 1 (169). – С. 64–68.

2. Шабалдас, О.Г. Фотосинтетическая деятельность и продуктивность сои в зависимости от активности симбиоза / О.Г. Шабалдас, **О.М. Агафонов**, А.С. Голубь, О.И. Власова, И.А. Донец // Теоретические и прикладные проблемы АПК. – 2018. – № 1(34). – С. 7–11.

3. **Агафонов, О.М.** Продуктивность сои при применении ризобиальных препаратов и стимуляторов роста / О.М. Агафонов, О.Г. Шабалдас, Т.Г. Зеленская, А.С. Голубь, Ю.И. Гречишкина // Теоретические и прикладные проблемы АПК. – 2018. – № 3(36). – С. 7–10.

Публикации в прочих изданиях:

4. **Агафонов, О.М.** Эффективность применения бактериальных препаратов в посевах сои в зоне неустойчивого увлажнения / О.М. Агафонов, О.Г. Шабалдас, Н.И. Зайцев, П.Е. Степин // Актуальные вопросы экологии и природопользования / сб. матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Ставрополь, 2014. – С. 167–171.

5. Шабалдас, О.Г. Влияние применения обработки семян бактериальным препаратом Нитрофикс Ж, регулятором роста и некорневых подкормок на урожайность сои сорта Дуниза / О.Г. Шабалдас, **О.М. Агафонов**, Н.И. Зайцев, А.С. Енюшина // Аграрная наука, творчество, рост / сб. науч. тр. по матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Ставрополь, 2014. – С. 215–219.

6. **Агафонов, О.М.** Влияние обработки семян ризобияльными препаратами на формирование фотосинтетического аппарата растениями сои / О.М. Агафонов, А.С. Голубь, Р.Б. Бекмурзаева // Аграрная наука, творчество, рост / сб. науч. тр. по матер. V Междунар. науч.-практ. конф. – Ставрополь, 2015. – С. 16–18.

7. **Агафонов, О.М.** Эффективность обработки семян бактериальным препаратом, стимулятором роста и внекорневой подкормки растений сои органическим удобрением / О.М. Агафонов, О.Г. Шабалдас, О.В. Мухина // Питательные зерна устойчивого будущего – международный год зернобобовых (МГЗ) 2016 / сб. науч. ст. по матер. науч.-практ. конф.– Ставрополь: Секвойя, 2016. – С. 9–12.

8. **Агафонов, О.М.** Экономическая эффективность применения микробиологических препаратов для обработки семян сои / О.М. Агафонов, О.Г. Шабалдас, О.В. Мухина, В.В. Киц // Эволюция и деградация почвенного покрова / сб. науч. ст. по матер. V Междунар. науч. конф. – Ставрополь, 2017. – С. 214–215.

9. Шабалдас, О.Г. Влияние обработки семян ризобияльным препаратом, стимуляторами роста и вегетирующих растений органическим удобрением на продуктивность сои / О.Г. Шабалдас, Н.С. Чухлебова, О.В. Мухина, В.В. Цыбулин, **О.М. Агафонов** // Эволюция и деградация почвенного покрова / сб. науч. ст. по матер. V Междунар. науч. конф. – Ставрополь, 2017. – С. 314–315.

Подписано в печать 24.10.2018. Формат 60x84 ¹/₁₆. Гарнитура «Таймс».
Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,0. Тираж 100. Заказ № 356.
Отпечатано в типографии издательско-полиграфического комплекса СтГАУ «АГРУС»,
г. Ставрополь, ул. Пушкина, 15.