

На правах рукописи



Агапова Светлана Александровна

**ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА СОИ
ЗА СЧЕТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
НА СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ОРОШАЕМЫХ ПОЧВАХ
НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

Специальность: 4.1.1. «Общее земледелие и растениеводство»

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

Волгоград 2026

Работа выполнена во Всероссийском научно-исследовательском институте орошаемого земледелия – филиале федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова».

Научный руководитель:	Москвичев Александр Юрьевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор.
Официальные оппоненты:	Белышкина Марина Евгеньевна, доктор сельскохозяйственных наук, федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», лаборатория инновационных технологий и оборудования для переработки продукции растениеводства, главный научный сотрудник; Кошкарлова Татьяна Сергеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В. С. Пустовойта», лаборатория селекции и семеноводства сои отдела сои, старший научный сотрудник.
Ведущая организация:	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

Защита диссертации состоится «30» сентября 2026 г. в 10 часов 00 минут на заседании диссертационного совета 35.2.007.01 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет» по адресу: 400002, г. Волгоград, Университетский проспект, 26, аудитория 303 Д.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» или на официальном сайте www.volgau.ru.

Автореферат разослан « ____ » _____ года

**Ученый секретарь
диссертационного совета**



Бочарникова Олеся Владимировна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. Соя – культура, обладающая высоким содержанием высококачественного белка и соевого масла в зерне. Соевым белком можно восполнить недостаток белка в организме человека. В питании народы мира также используют соевое растительное масло. Кроме того, соевые продукты применяют и в кормопроизводстве.

Сегодня мы видим тенденцию увеличения посевных площадей сои по всему миру. По статистическим данным за 2022 год, их размер составил 103,7 млн га в мире с валовым сбором 395,4 млн т и урожайностью при этом 2,92 т/га. В России также наблюдается увеличение производства сои, например, в 2024 году с площади 4,05 млн га собрали 7,35 млн т, урожайность достигла уровня 1,8 т/га при потенциальной продуктивности – 3,0-4,0 т/га. В том числе в Волгоградской области площади посева сои в 2024 г. возросли на треть в сравнении с 2023 г. и составили 36,1 тыс. га; валовой сбор достиг 46,8 тыс. т, а урожайность при этом составила 1,31 т/га. Основными факторами, сдерживающими рост урожайности, являются недостаток высокопродуктивных сортов и несовершенство агротехнологий, адаптированных к специфическим условиям различных регионов страны.

В целях увеличения урожайности сои в Нижнем Поволжье необходимо уделить внимание оптимизации режимов орошения, а также применению таких агротехнических приёмов, как инокуляция семян эффективными штаммами ризобий, защита растений путём применения фоллиарных обработок растений разными по своему происхождению препаратами, изучение возможности замены химического десиканта на природный минерал.

Соя входит в число десяти основных зернобобовых культур, обладающих способностью, благодаря симбиозу корневой системы с клубеньковыми бактериями, усваивать атмосферный азот и обогащать почву биологическим азотом. В связи с этим важным аспектом наших исследований стало изучение влияния предпосевной обработки семян сои на увеличение биологической активности зональных светло-каштановых почв.

Не менее значимой проблемой является профилактическая защита соевого растения от болезней (фузариоз, септориоз, аскохитоз), которая осуществлялась методом фоллиарного опрыскивания с использованием фунгицида, природного минерала и биологического препарата.

Важной технологической проблемой при механизированной уборке зерновой сои является предуборочное подсушивание посевов ввиду того, что наблюдаются неравномерность созревания бобов, потери урожая и снижение продуктивности этой культуры. С этой целью для десикации применяли химический препарат и природный минерал.

Степень разработанности темы исследований. Изучением совершенствования технологии возделывания зернобобовых культур, повышающих их урожайность в условиях светло-каштановых почв юга России, занимались многие ученые: Г. Т. Балакай, В. В. Бородычев, И. П. Кружилин, М. Н. Лытов, Н. В. Тютюма, О. Г. Чамурлиев, А. Н. Цепляев, А. И. Шульц и другие. Однако агротехнологические приёмы возделывания сои при разных режимах орошения на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья изучены не в полной мере и требуют дальнейших исследований.

Цели и задачи исследования. Целью данной работы является увеличение продуктивности и качества зерна за счет совершенствования элементов технологии возделывания сои на орошаемых землях Нижнего Поволжья, обеспечивающих снижение затрат на её возделывание.

Задачи исследования. Для выполнения поставленной цели предусматривается поэтапное решение следующих задач:

1. Определить закономерности формирования азотфиксирующего симбиоза сои и биологическую активность светло-каштановой почвы в зависимости от инокуляции семян комплексной смесью биопрепаратов (Импровер, Геостим ФитГ и Гумэл Супер).

2. Обосновать параметры водного режима почвы и орошения сои для поддержания заданных уровней водообеспечения.

3. Изучить эффективность foliarных обработок сои с применением современных препаратов для их проведения при разных уровнях водообеспечения.

4. Изучить влияние агрохимических препаратов на закономерности продуктивного процесса сои.

5. Определить экономическую и энергетическую эффективность биологизированных приемов возделывания сои при разных уровнях водообеспечения.

Научная новизна исследований состоит в обосновании усовершенствованных приемов возделывания орошаемой сои, повышающих эффективность использования природно-ресурсного потенциала региона и увеличивающих возможности регулирования продукционного процесса посевов, в том числе за счет:

- комплексного применения инокулятов и новых биопрепаратов для активизации азотфиксирующего симбиоза сои и повышения биологической активности почвы при разных уровнях водообеспечения;

- адаптации технологии foliarных обработок и новых препаратов для их проведения на орошении;

- обоснования предуборочной десикации посевов химическим препаратом реглон и природным минералом бишофит.

Теоретическая и практическая значимость работы. Результаты проведенных исследований позволили установить эффективность инокуляции семян, foliarного внесения различных препаратов и десикации посевов перед уборкой с целью повышения продуктивности сои. Доказано, что адаптивно-интегрированная защита растений с применением биологических препаратов на основе штаммов *Bradyrhizobium japonicum*, *Mesorhizobium ciceri*, *Rhizobium leguminosarum* улучшает фитосанитарное состояние посевов, повышает продуктивность, качество и экономическую эффективность возделывания этой зернобобовой культуры. Применение внекорневого внесения препаратов в предупредительных целях способствовало подавлению на посевах сои отдельных видов заболеваний в условиях орошения.

Проведенные в зоне светло-каштановых почв Нижнего Поволжья исследования в трехлетнем полевом эксперименте позволяют рекомендовать производству поддержание ППВ на уровне 80 % НВ с проведением допосевной обработки семян (инокуляция) препаратами (Импровер (20 мл/т) + Геостим ФитГ (5 л/т) + Гумэл Супер (1 л/т)), использованием foliarной обработки посевов баковой смесью биопрепаратов (Геостим ФитЖ (1 л/га) + БФТИМ (2 л/га) + Импровер (50 мл/100 л р-ра) + Гумэл Люкс (1 л/га) + Гумэл БорМолибден (1 л/га)).

Рекомендовано проводить предуборочную десикацию посевов сои реглоном или бишофитом, обеспечивающую снижение влажности зерна с 27-30 до 16-18 %. Разработанные агротехнологические приемы позволяют получить с орошаемого гектара урожай в 3,91 тонн зерна сои с высокими качественными показателями белка и масличности – 37,3 и 22,8 % соответственно, обеспечивают повышение рентабельности сельскохозяйственного производства более чем в 2 раза, а энергоэффективности – в 1,5 раза.

Методология и методы исследований. Методология исследования основана на системе теоретических экспериментов и натурных опытов в полевых условиях с оценкой достоверности полученных результатов методом статистики, экономическим и энергетическим анализом. В полевых исследованиях использовали общепринятые методики для сельскохозяйственных наук, включая визуальные и инструментальные методы мониторинга посевов сои, фенологические наблюдения и измерения, водно-балансовый расчет режима орошения.

Объект и предмет исследований. Объект исследований – соя сорта Волгоградка 2. Предмет исследований – предпосевная обработка семян биологическими препаратами Импровер, Геостим ФитГ и Гумэл Супер, foliarная обработка посевов различными по природе препаратами – фунгицид (Колосаль Про), природный минерал (Билатор) и баковая смесь биопрепаратов (Геостим ФитЖ, БФТИМ, Импровер, Гумэл Люкс и

Гумэл БорМолибден). Данный состав биокомплекса рекомендован производителем фирмы БиоТехАгро (Краснодарский край, г. Тимашевск).

Положения, выносимые на защиту:

1. Научно обоснованные приемы применения биопрепаратов при возделывании сои на орошаемых светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья.
2. Закономерности водопотребления и формирования водного режима почвы при разных уровнях водообеспечения.
3. Закономерности продуктивного процесса сои в зависимости от условий водообеспечения и применения биологизированных приемов возделывания.
4. Эффективность применения агрохимических препаратов для снижения влажности зерна перед уборкой.
5. Экономическая и энергетическая оценка применения биопрепаратов при возделывании сои в условиях орошения.

Степень достоверности результатов исследований. Результаты научного исследования обоснованы объемом натурных данных, полученных за период с 2021 по 2023 годы в многофакторном опыте, применением апробированных методик полевого опыта и методов статистической обработки. Достоверность результатов научного исследования подтверждается проведением анализа образцов в специализированной испытательной лаборатории почв, кормов и пищевых продуктов ВНИИОЗ, внедрением в практику производства.

Апробация результатов исследований. Основные положения диссертации получили положительную оценку на всероссийских и международных конференциях и форумах: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (г. Волгоград, 2021-2024 гг.), Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» (г. Волжский, 2022), ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова» (г. Москва, 2022, 2024), ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия» (г. Волгоград, 2022 г.), ФГБНУ «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы» (г. Саратов, 2023 г.), ВНИИОЗ – филиал ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова» (г. Волгоград, 2025 г.), ФГБНУ «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации» (г. Новочеркасск, 2025 г.), ФНЦ Агроэкологии РАН (г. Волгоград, 2025 г.), ФГБНУ «ФНЦ ВНИИ-ГиМ им. А. Н. Костякова» (г. Москва, 2026 г.).

Публикации. По теме работы опубликованы 22 печатных работы, в том числе 12 научных статей в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Результаты этой работы удостоены серебряной медали «Золотая осень – 2023», г. Москва и Золотой медали Региональной выставки «Экспо-Агро» за 2022 год, г. Волгоград.

Личный вклад соискателя. Научная работа была выполнена соискателем самостоятельно, что включает все этапы исследовательского процесса: от критического анализа научной литературы и обоснования актуальности темы до разработки схемы эксперимента и выбора соответствующих методик. Соискатель лично осуществлял заложение и проведение натурных опытов, обработку и интерпретацию результатов с применением методов статистики для установления зависимостей между изучаемыми факторами, формулировал выводы и рекомендации производству, подготовил и опубликовал научные статьи по результатам диссертационного исследования и автореферата, осуществил внедрение их в производство. Собственный вклад соискателя составляет 85 %.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения, списка литературы и 8 приложений; содержит 161 страницу компьютерного текста, 15 таблиц и 8 рисунков. Список литературы включает 214 литературных источников, из них – 17 на иностранных языках.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность темы исследования, степень разработанности проблемы, цели и задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, объект и предмет исследования, сведения об апробации результатов и публикациях по теме диссертации, а также её структура и объём.

В первой главе «Литературный обзор по теме диссертации» приведен литературный обзор ранее проведенных исследований по предпосевной инокуляции семян, режимам орошения сои, биологической защите посевов сои в борьбе с основными болезнями (фузариоз, септориоз, аскохитоз), предуборочной десикации.

Во второй главе «Почвенно-климатические и метеорологические условия места проведения исследований. Схемы опытов, методика и агротехника возделывания сои» представлены схемы опытов, методика проведения исследований, условия проведения экспериментальной части работы, включающие характеристику почвы, климатические условия и агротехнику возделывания сои.

Экспериментальная часть работы выполнялась в 2021-2023 гг. на светло-каштановых почвах Опытной станции «Орошаемая» (п. Водный, г. Волгоград) на посевах сои сорта Волгоградка 2.

Опыты проводились по 3-х факторной (Опыт 1) и 2-х факторной схемам (Опыт 2):

Опыт 1 включал: **Фактор А** – 2 варианта предпосевной инокуляции семян:

А₁. Контроль (без обработки).

А₂. Предпосевная обработка комплексной смесью биопрепаратов – Импровер (20 мл/т), Геостим ФитГ (5 л/т) и Гумэл Супер (1 л/т).

Фактор В включал 2 варианта водного режима почвы:

В₁. Поддержание влажности почвы на уровне 70-80-70 % НВ с глубиной увлажнения 0,4 и 0,6 м по схеме: в период от посева до конца ветвления – 0,4 м 70 % НВ, а от начала цветения до конца налива зерна – 80 % НВ и от конца налива до полной спелости зерна – не ниже 70 % НВ в слое 0,6 м.

В₂. Поддержание влажности почвы не ниже 80 % НВ в период от посева до конца ветвления 0,4 м, а от начала цветения до полной спелости зерна – 0,6 м.

Фактор С включал 4 варианта препаратов для внекорневой обработки и биопрепаратами в баковой смеси:

С₁. Контроль (без обработки).

С₂. Фунгицид (Колосаль про – 0,5 л/га).

С₃. Природный минерал (Билатор – 1 л/га).

С₄. Биопрепарат в баковой смеси (биокомплекс) – Геостим ФитЖ (1 л/га), БФТИМ (2 л/га), Импровер (50 мл/100 л р-ра), Гумэл Люкс (1 л/га), Гумэл БорМолибден (1 л/га).

Внекорневые обработки препаратами осуществляли до фазы «цветение».

Опыт 2 по изучению предуборочной десикации посевов сои осуществлялся по 2-х факторной схеме:

Фактор А включал 3 варианта предуборочной десикации посевов сои:

А₁. Контроль (без обработки десикантом).

А₂. Синтетический препарат (Реглон – 2 л/га).

А₃. Природный минерал (Бишофит в 30 % концентрации, 21 л/га).

Фактор В включал 2 варианта водного режима почвы, тех же что и в опыте 1.

По обеспеченности осадками 2021 г. и 2022 г. – засушливые (153,6-161,5 мм соответственно), а 2023 г. – сухой (106,4 мм). Сумма активных температур выше 10 °С за период за период вегетации сои изменялась от 3215,3 °С в 2022 г. до 3348,4 °С в 2021 г. ГТК 2021 г. – 0,46, 2022 гг. – 0,50, 2023 г. – 0,32.

Почвенный покров опытного участка представлен тяжелосуглинистой почвой. Наименьшая влагоемкость в слое 0,4 м – 19,97 %, 0,6 м – 17,4 % от массы сухой почвы, порозность – 54,0-55,9 %. Реакция почвенного раствора нейтральная (рН – 6,9). Почва характеризуется небольшой мощностью гумусового горизонта – 0,00-0,26 м и низким со-

держанием гумуса в пахотном горизонте – 1,5-2,0 % (по методу И. В. Тюрина, М. М. Кононовой). Содержание азота низкое – 36-44 мг/кг (по Тюрину), подвижного фосфора среднее – 30-34,0 мг/кг и обменного калия высокое – 300-350 мг/кг (по Мачигину в модификации ЦИНАО).

Опыт проводился методом расщеплённых делянок. По опыту 1 площадь делянок по фактору А составляла 1680 м², по фактору В – 840 м², по фактору С – 105 м². Повторность опыта – трехкратная.

Опыт 2 проводился методом расщеплённых делянок. Площадь делянок по фактору А составляла 756 м², по фактору В – 378 м². Повторность опыта – трехкратная.

Норма высева сои составила 600 тыс. шт./га всхожих семян.

Анализ экономической эффективности рекомендуемых приемов возделывания сои проводили, используя фактические затраты и среднерыночные цены на зерно (В. Т. Лобков и др., 2009; Е. П. Чирков, А. О. Храмченкова, 2019). Биоэнергетическую эффективность технологии возделывания сои рассчитывали по методикам Г. А. Медведева (1994), В. М. Иванова (2000).

Накопление зерном сои сырого протеина (фотометрическим индофильным методом) и жира (по обезжиренному остатку) определяли в лаборатории массовых анализов ВНИИОЗ – филиал ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова».

В третьей главе «Совершенствование приемов инокуляции сои комплексом биопрепаратов последнего поколения» представлены результаты по разработке агротехнологических приемов возделывания сои, изучена микробиологическая активность светлокаштановой почвы, подсчитана масса и количество сформированных клубеньков в зависимости от сочетания управляемых факторов, обоснован прием фолиарной обработки растений, перечислены основные болезни культуры и меры профилактической борьбы.

Убыль массы полотна служит показателем общей активности почвы, в частности целлюлозоразрушающих микроорганизмов (таблица 1).

Таблица 1 – Динамика состояния полотен на глубине 0,60 м в зависимости от инокуляции и режимов орошения, среднее за 2021-2023 гг.

Слой почвы	Средний вес полотна до закладки в почву, г	Вес полотна после закладки, г			Разница в весе полотна, г			Разложение полотна, %		
		15 суток	30 суток	45 суток	15 суток	30 суток	45 суток	15 суток	30 суток	45 суток
0,00-0,60 м	70-80-70 % НВ									
	без инокуляции									
	10,20	9,08	6,22	2,75	1,12	4,18	7,45	10,98	40,98	73,04
	с инокуляцией									
	10,86	9,45	6,41	2,72	1,41	4,45	8,14	12,98	41,00	74,95
	80 % НВ									
	без инокуляции									
	12,60	10,96	7,43	3,40	1,64	5,17	9,20	13,02	41,03	73,02
	с инокуляцией									
	13,25	11,53	7,69	3,18	1,72	5,56	10,07	14,92	41,96	76,00
2021	НСР ₀₅ по фактору А				0,03	0,02	0,13	0,33	0,32	0,43
	НСР ₀₅ по фактору В				0,03	0,02	0,11	0,27	0,26	0,35
	НСР ₀₅ по фактору АВ				0,04	0,02	0,13	0,33	0,32	0,43
2022	НСР ₀₅ по фактору А				0,05	0,04	0,05	0,60	0,19	0,12
	НСР ₀₅ по фактору В				0,11	0,09	0,11	0,49	0,16	0,10
	НСР ₀₅ по фактору АВ				0,10	0,08	0,10	0,60	0,19	0,12
2023	НСР ₀₅ по фактору А				0,06	0,05	0,06	0,29	0,24	0,29
	НСР ₀₅ по фактору В				0,10	0,08	0,10	0,16	0,13	0,16
	НСР ₀₅ по фактору АВ				0,08	0,06	0,08	0,87	0,71	0,87

Наименьшая потеря в весе полотна по исследуемому профилю до 0,60 м оказалась 7,45 г на варианте дифференцированного водного режима на уровне 70-80-70 % НВ без проведения предпосевной инокуляции семян. На делянках с инокуляцией на вышеуказанном водном режиме разница от начала закладки полотен и до их выкапывания составила 8,14 г. При поддержании предполивного порога влажности почвы не ниже 80 % НВ на делянках без инокуляции разница в весе при 45 суточной экспозиции составила 9,20 г. Наибольшая разница в весе – 10,07 г – была получена на этом же варианте водного режима, но с инокуляцией семян.

Степень разложения льняного полотна показывает влияние инокуляции семян на почвенную микрофлору. Поскольку степень активности целлюлозных микроорганизмов зависит от наличия в почве доступного азота, фосфора и других элементов, то степень распада полотна отражает напряжённость микробиологических процессов.

Инокуляция семян способствует повышению биологической активности почвы за счет обогащения ее азотфиксирующими бактериями. Они, вступая в симбиоз с корнями сои, образуют клубеньки, в которых фиксируется атмосферный азот и преобразуется в аммонийную форму, доступную для питания растений, что положительно сказывается на увеличении урожайности в среднем на 26,2 %.

Процесс разложения полотна в почве шел интенсивно на варианте с инокуляцией семян при поддержании предполивного порога влажности не ниже 80 % НВ по горизонту 0,0-0,60 м, который при достижении 15 суток равен 14,92 %, с наступлением 30 суток – 41,96 и на 45 сутки достиг максимального уровня – 76,0 %.

Нами проанализированы данные по массе и количеству сформированных клубеньков по изучаемым вариантам эксперимента (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние изучаемых факторов на формирование симбиотического аппарата на корнях сои в период бутонизации – начала цветения, 2021-2023 гг.

Вариант опыта	Количество клубеньков, шт./растение				Масса клубеньков с растения, г			
	2021	2022	2023	среднее	2021	2022	2023	среднее
1	2	3	4	5	6	7	8	9
70-80-70 % НВ								
без инокуляции								
Контроль	13	11	18	14	0,114	0,105	0,134	0,118
Фунгицид	13	12	19	15	0,119	0,107	0,139	0,122
Природный минерал	18	15	21	18	0,142	0,133	0,142	0,139
Биокомплекс	20	17	22	20	0,151	0,138	0,149	0,146
с инокуляцией								
Контроль	14	14	19	16	0,120	0,118	0,137	0,125
Фунгицид	15	14	19	16	0,129	0,122	0,138	0,130
Природный минерал	19	16	23	19	0,147	0,136	0,149	0,144
Биокомплекс	22	19	25	22	0,153	0,144	0,156	0,151
80 % НВ								
без инокуляции								
Контроль	14	15	20	16	0,123	0,126	0,139	0,129
Фунгицид	16	15	21	17	0,131	0,129	0,143	0,134
Природный минерал	20	19	25	21	0,148	0,144	0,152	0,148
Биокомплекс	23	21	26	23	0,159	0,150	0,161	0,157

1	2	3	4	5	6	7	8	9
с инокуляцией								
Контроль	17	16	22	18	0,140	0,135	0,181	0,152
Фунгицид	17	17	22	19	0,144	0,142	0,182	0,156
Природный минерал	22	20	26	23	0,185	0,178	0,202	0,188
Биокомплекс	28	25	33	29	0,217	0,196	0,235	0,216

Следует отметить, что наибольшее количество клубеньков было отмечено в 2023 и 2021 годах, а наименьшее количество их наблюдалось в 2022 г., что объясняется неблагоприятными погодными условиями в период формирования клубеньков. Подобная ситуация отмечалась и по массе клубеньков с растения.

Анализируя усреднённые показатели за три года по количеству и массе клубеньков, следует подчеркнуть, что минимальное их количество – от 14 до 20 шт. – и по весовым значениям – 0,118-0,146 г – отмечено на режиме орошения 70-80-70 % НВ на вариантах без предпосевной обработки семян. При её осуществлении на таком же водном режиме почвы их число повысилось 16 до 22 шт. с весовым значением 0,125-0,151 г.

При поддержании нижнего порога влажности на уровне 80 % НВ без инокуляции количество клубеньков колебалось от 16 до 23 шт. на растении с массой в 0,129-0,157 г. Проведение инокуляции на этом режиме орошения обеспечивало увеличение их количества с 18 до 29 шт., масса клубеньков составила от 0,152 до 0,216 г. Следует сказать, что использование разных препаратов увеличивало показатели как по массе, так и по количеству клубеньков.

Таким образом, по этим показателям в среднем за три года (29 шт. клубеньков на растении с массой 0,216 г) лучшим вариантом является применение биокомплекса в баковой смеси препаратов – Геостим ФитЖ, БФТИМ, Импровер, Гумэл Люкс и Гумэл Бор-Молибден в фолиарную обработку на фоне поддержания влажности почвы на уровне 80 % НВ, при использовании предпосевной обработки семян (инокуляции).

На обработанных посевах сои комплексом препаратов не было отмечено заболеваний, тогда как на контрольных делянках встречались проявления отдельных видов болезней (фузариоз, септориоз, аскохитоз), но в годы наблюдений они не превышали экономических порогов вредоносности.

Высокие температуры и влажность при возделывании сои в условиях орошения способствуют развитию заболеваний, поэтому необходимым элементом технологии возделывания этой культуры на орошаемых землях является профилактическое применение фунгицидов. С этой целью нами изучены препараты различного состава для проведения фолиарных обработок.

В четвертой главе «Обоснование условий водообеспечения и режима орошения сои на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья» рассмотрены особенности суммарного водопотребления, коэффициента водопотребления посевов сои для почвенно-климатических условий Нижнего Поволжья.

Таблица 3 – Динамика числа поливов и расхода оросительной воды на посевах сои по вариантам водного режима почвы, 2021-2023 гг.

Предполивная влажность почвы, % НВ	Год	Фаза роста и развития			Оросительная норма, м³/га
		посев – ветвление	ветвление – налив	налив – спелость	
		количество поливов / затраты оросительной воды			
70-80-70, h – 0,4 и 0,6 м	2021	1/350	8/300	1/450	3200
	2022	1/350	9/300	1/450	3500
	2023	1/350	10/300	1/450	3800
80, h – 0,4 и 0,6 м	2021	2/250	8/300	2/300	3500
	2022	2/250	9/300	2/300	3800
	2023	3/250	9/300	2/300	4050

В 2021 г. на дифференцированном режиме орошения оросительная норма составила 3200 м³/га, в 2022 г. – 3500, а в 2023 г. – 3800 м³/га. При водном режиме 80 % НВ в первый год наблюдений оросительная норма составила 3500 м³/га, в 2022 г. – 3800 и 4050 м³/га в 2023 г. (таблица 3).

Количественные показатели приходных статей водного баланса позволяют оценивать долевое участие как оросительной воды, атмосферных осадков, так и запасов почвенной влаги для формирования высокой продуктивности сои. Суммарное водопотребление сои зависело от изучаемых режимов орошения по годам наблюдений (таблица 4).

На режиме 70-80-70 % НВ на вариантах без инокуляции суммарное водопотребление колебалось от 4543 до 4705 м³/га, а с ее проведением – 4607-4788 м³/га. На монорежиме по изучаемым вариантам без инокуляции семян – 4749-4920 м³/га и с инокуляцией – 4816-5030 м³/га.

Таблица 4 – Отдельные элементы суммарного водопотребления сои при различных водных режимах почвы, среднее за 2021-2023 гг.

Вариант опыта	Оросительная норма		Поступление осадков		Использование почвенной влаги		Суммарное водопотребление, м³/га
	м³/га	%	м³/га	%	м³/га	%	
70-80-70 % НВ							
без инокуляции							
Контроль	3500	77,04	900	19,81	143,03	3,15	4543
Фунгицид	3500	76,00	900	19,54	204,57	4,46	4605
Природный минерал	3500	75,48	900	19,41	237,03	5,11	4637
Биокомплекс	3500	74,39	900	19,13	305,30	6,48	4705
с инокуляцией							
Контроль	3500	75,97	900	19,54	206,90	4,49	4607
Фунгицид	3500	74,85	900	19,25	275,50	5,90	4676
Природный минерал	3500	74,29	900	19,10	311,47	6,61	4711
Биокомплекс	3500	73,10	900	18,80	388,40	8,10	4788
80 % НВ							
без инокуляции							
Контроль	3783	79,66	934	19,67	31,83	0,67	4749
Фунгицид	3783	78,62	934	19,41	95,17	1,97	4812
Природный минерал	3783	78,05	934	19,27	129,63	2,68	4847
Биокомплекс	3783	76,89	934	18,98	202,83	4,13	4920
с инокуляцией							
Контроль	3783	78,55	934	19,39	98,50	2,06	4816
Фунгицид	3783	77,41	934	19,11	169,50	3,48	4887
Природный минерал	3783	76,81	934	18,96	207,00	4,23	4925
Биокомплекс	3783	75,21	934	18,57	313,07	6,22	5030
2021 г. НСР ₀₅ А-1,96, В-1,96, С-2,78, АВС-2,40; 2022 г. НСР ₀₅ А-1,89, В-1,89, С-2,67, АВС-2,31; 2023 г. НСР ₀₅ А-1,47, В-1,47, С-2,08, АВС-1,80.							

В определении эффективности воздействия изучаемых агроприемов на величину и качество получаемой продукции большую роль играет коэффициент водопотребления. На основании коэффициента водопотребления можно установить объем воды, расходуемой растениями на создание единицы товарной продукции (таблица 5).

Таблица 5 – Значения коэффициента водопотребления сои по годам наблюдений в зависимости от изучаемых факторов, 2021-2023 гг.

Вариант опыта	Коэффициент водопотребления, м ³ /т			
	2021 г.	2022 г.	2023 г.	среднее
1	2	3	4	5
70-80-70 % НВ				
без инокуляции				
Контроль	2998	3205	2454	2886
Фунгицид	2636	2866	2163	2555

1	2	3	4	5
Природный минерал	2357	2640	2015	2337
Биокомплекс	2110	2370	1772	2084
с инокуляцией				
Контроль	2246	2482	2098	2275
Фунгицид	2127	2332	1973	2144
Природный минерал	1799	1984	1700	1828
Биокомплекс	1681	1685	1595	1654
80 % НВ				
без инокуляции				
Контроль	2145	2213	1976	2111
Фунгицид	2040	2079	1825	1981
Природный минерал	1803	1912	1700	1805
Биокомплекс	1630	1767	1479	1625
с инокуляцией				
Контроль	1688	1799	1645	1711
Фунгицид	1631	1736	1574	1647
Природный минерал	1398	1472	1459	1443
Биокомплекс	1256	1302	1306	1288
НСР ₀₅ по фактору А	1,92	1,64	1,48	
НСР ₀₅ по фактору В	1,92	1,64	1,48	
НСР ₀₅ по фактору С	2,72	2,32	2,10	
НСР ₀₅ по фактору АВС	2,35	2,01	1,81	

В среднем за три года показатели коэффициента водопотребления составили следующие значения: контрольный вариант показал 2886 м³/т при дифференцированном режиме орошения без инокуляции; вариант с применением инокуляции соевых семян при том же режиме орошения – 2275 м³/т. На вариантах с постоянным водным режимом (80 % НВ) без применения инокуляции коэффициент водопотребления составил 2111 м³/т, а с применением инокуляции – 1711 м³/т.

Использование химического препарата – фунгицида для внекорневой обработки посевов – заметно снижало коэффициент водопотребления – на 4-11 % от контроля, а природный минерал – на 14-20 % от необработанного контроля. Минимальные значения коэффициента водопотребления оказались при фолитарном использовании биокомплекса, и они составили при дифференцированном водном режиме почвы без инокуляции семян 2084 м³/т, на варианте с инокуляцией – 1654, при постоянном режиме орошения (80 % НВ) без инокуляции – 1625 и с инокуляцией – 1288 м³ на одну тонну.

В пятой главе «Закономерности продукционного процесса при использовании биологически активных препаратов и разных уровней водообеспечения» приведены результаты исследований по активизации фотосинтетической деятельности посевов на изучаемых вариантах, определена продуктивность и качество урожая зерна, показана роль предуборочной десикации посевов сои.

Анализировали влияние изучаемых факторов на фотосинтетическую деятельность растений сои, оценивали площадь поверхности листьев, определяли фотосинтетический потенциал и чистую продуктивность фотосинтеза (таблица 6).

Фотосинтетическая активность оказалась максимальной при использовании биокомплекса, максимальная площадь листьев составила 25,87 тыс. м²/га на варианте без инокуляции с предположенным порогом влажности 70-80-70 % НВ, а с инокуляцией на том же водном режиме – 28,75 тыс. м²/га, а при 80 % НВ соответственно 29,77 тыс. м²/га и 36,1 тыс. м²/га.

Фотосинтетический потенциал при дифференцированном режиме орошения 70-80-70 % НВ с использованием биокомплекса на варианте без инокуляции семян равнялся

1590 м²/га*дней, а с инокуляцией – 1903 м²/га*дней, а на варианте с предполивающим порогом влажности 80 % НВ это же сочетание составило 1892 м²/га*дней без обработки инокулянт, а с инокуляцией – 2414 м²/га*дней.

Таблица 6 – Фотосинтетическая активность по изучаемым вариантам, среднее за 2021-2023 гг.

Вариант опыта	Максимальная площадь листьев, тыс. м ² /га	Фотосинтетический потенциал, м ² /га*дней	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м ² сутки
1	2	3	4
70-80-70 % НВ			
без инокуляции			
Контроль	20,53	1218	3,06
Фунгицид	22,17	1413	3,02
Природный минерал	23,80	1504	3,11
Биокомплекс	25,87	1590	3,36
с инокуляцией			
Контроль	23,33	1508	3,14
Фунгицид	24,53	1539	3,32
Природный минерал	26,90	1747	3,46
Биокомплекс	28,73	1903	3,56
80 % НВ			
без инокуляции			
Контроль	27,43	1600	3,29
Фунгицид	26,90	1706	3,35
Природный минерал	28,20	1761	3,56
Биокомплекс	29,77	1892	3,62
с инокуляцией			
Контроль	29,93	1851	3,55
Фунгицид	29,80	1896	3,66
Природный минерал	33,83	2343	3,42
Биокомплекс	36,10	2414	3,76

Чистая продуктивность фотосинтеза на фоне обработок посевов биокомплексом по первому водному режиму находилась на уровне 3,36 и 3,56 г/ м²*сутки, а на втором режиме орошения менялась от 3,62 до 3,76 г/ м²*сутки соответственно.

В 2023 году сбор зерна с 1 га по рассматриваемым вариантам колебался от 1,94 до 3,98 т/га (таблица 7). В предыдущие годы наблюдений эти значения составляли 1,42-3,90 т/га. Средняя продуктивность сои за три года составила от 1,60 до 3,91 т/га.

Таблица 7 – Продуктивность посевов сои в зависимости от изучаемых факторов, т/га, 2021-2023 гг.

Вариант опыта	Урожайность, т/га			
	2021 г.	2022 г.	2023 г.	среднее
1	2	3	4	5
70-80-70 % НВ				
без инокуляции				
Контроль	1,44	1,42	1,94	1,60
Фунгицид	1,66	1,61	2,23	1,83
Природный минерал	1,87	1,76	2,41	2,01
Биокомплекс	2,12	1,99	2,78	2,30
с инокуляцией				
Контроль	1,95	1,86	2,30	2,04
Фунгицид	2,09	2,01	2,48	2,19
Природный минерал	2,49	2,38	2,90	2,59
Биокомплекс	2,71	2,85	3,14	2,90
80 % НВ				

1	2	3	4	5
без инокуляции				
Контроль	2,15	2,14	2,48	2,26
Фунгицид	2,29	2,31	2,72	2,44
Природный минерал	2,61	2,53	2,94	2,69
Биокомплекс	2,93	2,78	3,43	3,05
с инокуляцией				
Контроль	2,77	2,67	3,02	2,82
Фунгицид	2,91	2,81	3,20	2,97
Природный минерал	3,42	3,34	3,48	3,41
Биокомплекс	3,90	3,84	3,98	3,91
2021 г. НСР ₀₅ А-0,01, В-0,01, С-0,02, АВС-0,01; 2022 г. НСР ₀₅ А-0,01, В-0,01, С-0,02 АВС-0,02; 2023 г. НСР ₀₅ А-0,02, В-0,02, С-0,03, АВС- 0,02.				

Наименьшая урожайность 1,60-2,30 т/га оказалась на варианте с поддержанием предполивного порога влажности почвы на уровне 70-80-70 % НВ без проведения инокуляции. На этом же режиме орошения проведение предпосевной обработки семян увеличило сбор зерна до 2,04-2,90 т/га. Применение режима орошения на уровне 80 % НВ и без проведения предпосевной инокуляции семян повышало сбор зерна с 2,26 до 3,05 т/га по вариантам внекорневого внесения, на этом же режиме орошения, но с использованием предпосевной инокуляции семян по обозначенным вариантам урожайность колебалась от 2,82 до 3,91 т/га.

Максимальная продуктивность сои наблюдалась на водном режиме почвы 80 % НВ с использованием предпосевной инокуляции семян и опрыскиванием посевов биологическим комплексом препаратов в период вегетации, которая обеспечивала значение на уровне 3,91 т/га.

Содержание жира в зерне сои в 2 раза меньше, чем белка, эта культура обеспечивает получение растительного масла больше, чем другие, даже сугубо масличные культуры в мировом земледелии.

В среднем за три года содержание белка по вариантам опыта колебалось от 28,77 до 37,29 % (рисунок 1).

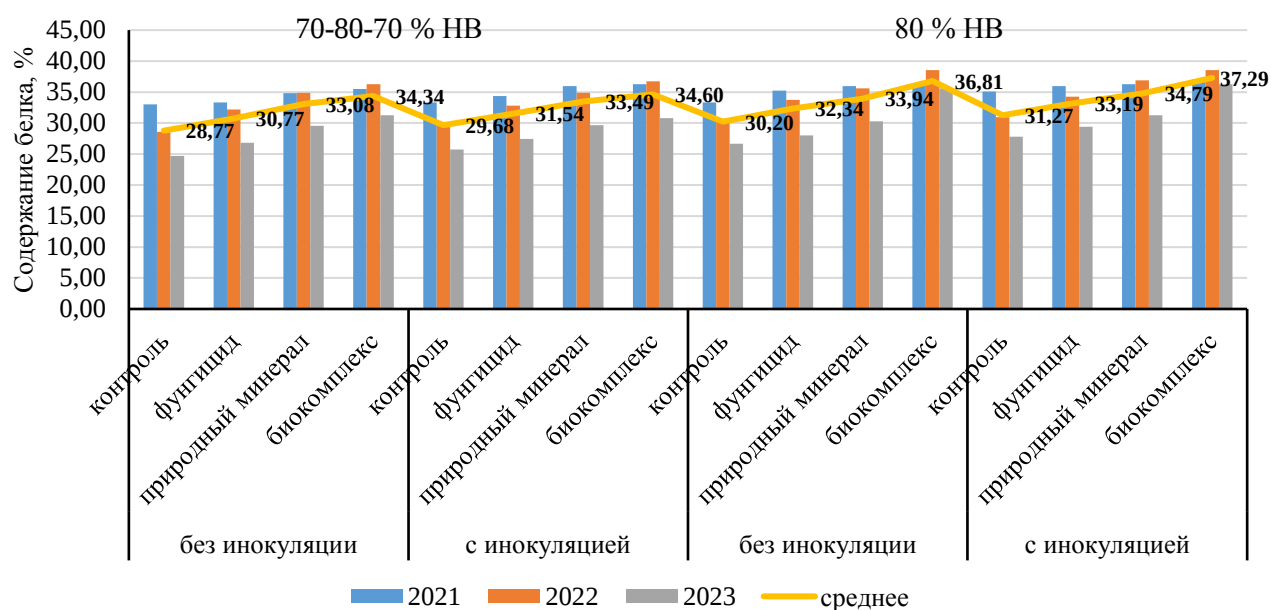


Рисунок 1 – Содержание белка в зерне, %, 2021-2023 гг.

При дифференцированном режиме орошения – 70-80-70 % НВ – наименьшее значение в содержании белка в зерне без использования инокуляции семян составило в среднем от 28,77 до 34,34 %, а с инокуляцией на том же водном режиме – 29,68-34,60 %.

При поддержании предполивного порога влажности на уровне 80 % НВ содержание белка без проведения инокуляции составило 30,20-36,81 % и максимальное его количество отмечено на варианте использования препаратов с проведением предпосевной обработки семян – 31,27-37,29 %.

В 2021 году в зерне сои наблюдалось минимальное содержание жира от 17,42 до 21,48 %, в 2022 году – от 19,81 до 23,83 и в 2023 году – от 20,32 до 23,02 % (рисунок 2).

По содержанию сырого жира на изучаемых вариантах режимов орошения, предпосевной инокуляции семян и фолиарного внесения препаратов достоверных различий не выявлено.

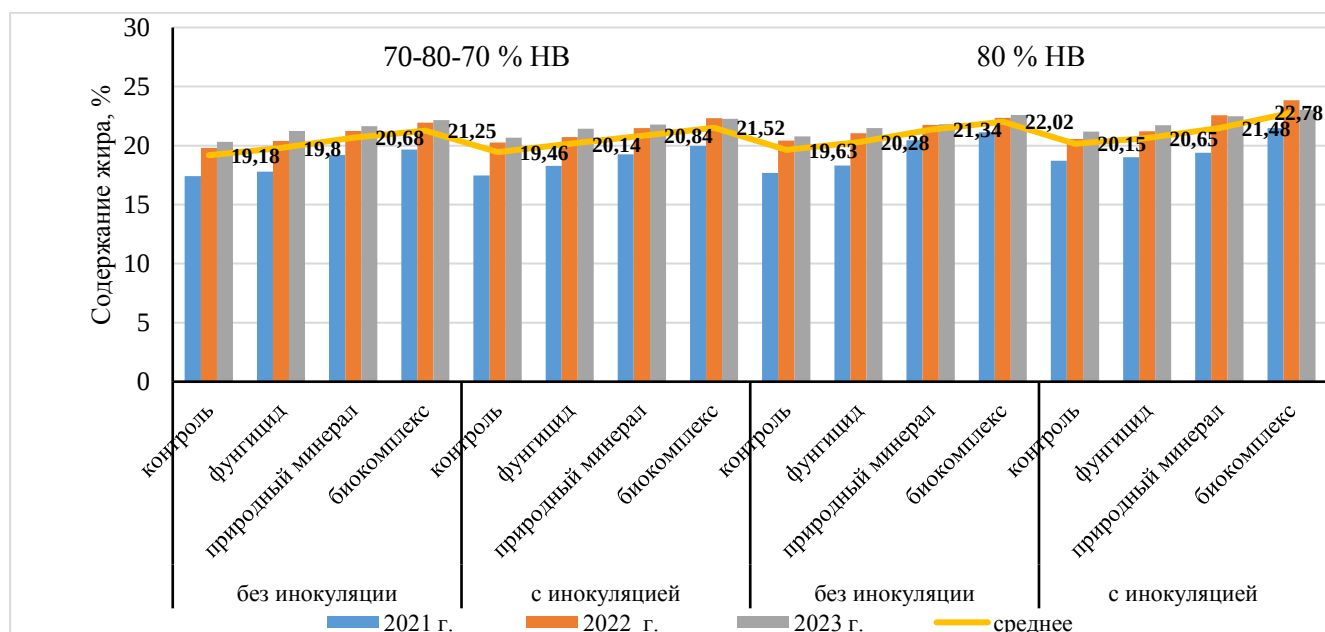


Рисунок 2 – Содержание жира в зерне, %, 2021-2023 гг.

Завершающим этапом в технологии возделывания сои, которая позволяет сохранить сбор зерна, является десикация или предуборочное подсушивание растений, которое способствует одновременной подготовке бобов растений сои к механизированной уборке по всем ярусам соевого растения, а также ускорению поступления белков и жиров в зерно этого бобового растения, что делает его максимально выполненным. Поэтому для проведения этого приема был выбран химический препарат – реглон (в дозировке 2 л/га) и 30 % раствор природного минерала – бишофит в дозировке 21 л/га (рисунок 3).

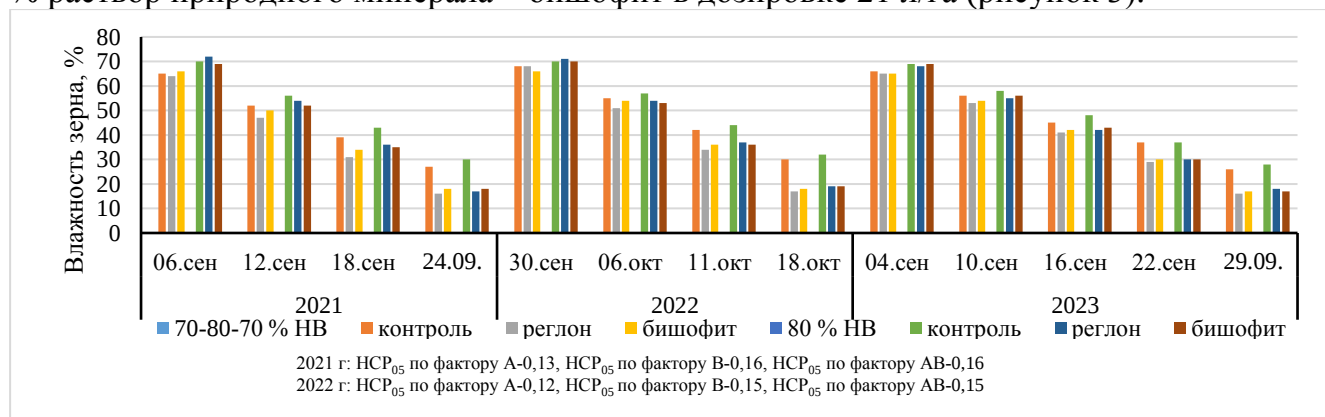


Рисунок 3 – Влажность зерна сои в зависимости от предуборочной десикации на разных водных режимах, 2021-2023 гг.

Влажность зерна при первом режиме орошения за период наблюдений была ниже, чем при втором. При использовании разных по своему составу десикантов они заметно снижали влажность зерна к уборке урожая примерно в 1,5 раза (с 26-30 % на контроле до 16-18 % по десикантам).

При этом достоверной разницы в эффективности различных десикантов в зависимости от режима орошения не наблюдалось.

Важно отметить влияние применения десикации на качество зерна сои. Оба изучаемых десиканта увеличили содержание белка в среднем с 28,77 до 32,42 % или на 12,7 %, жира – с 19,18 до 21,53 % или на 12,3 %.

Себестоимость зерна сои оказалась наибольшей на контрольных вариантах при разном уровне увлажнения почвы и составили 22,38-22,19 тыс. руб. на тонну. Использование реглона снижало себестоимость до 21,03-20,40 тыс. руб., и наименьшей она оказалась при применении бишофита – от 19,87 до 20,02 тыс. руб./т.

Уровень рентабельности соответственно колебался от 87,70 до 89,61 % на контроле, при обработке посевов сои препаратом реглон он составил 99,66-106,17 %, а у природного минерала – от 109,83 до 111,34 %. Помимо агротехнической и экономической эффективности, важно сопоставить между собой рассматриваемые варианты и энергетическую эффективность в связи с различием содержания энергии в анализируемых нами вариантах.

В условиях дифференцированного орошения на контрольном варианте наблюдается наименьший коэффициент энергетической эффективности, который составил 0,83. При этом поддержание предполивного уровня влажности на отметке 80 % НВ увеличивает этот показатель до 0,84. Применение химического вещества реглон для подсушивания сои оказалось благоприятным: в первом режиме коэффициент возрос до 0,93, а во втором достиг 0,95. Что касается применения бишофита для десикации, то в указанных режимах орошения этот коэффициент составил 0,95 и 0,97 соответственно.

В шестой главе «Оценка экономической и энергетической эффективности» рассчитана экономическая и энергетическая эффективность проводимых агротехнологических приемов возделывания сои на орошаемых землях Нижнего Поволжья.

В условиях орошения производство сои связано с более значительными затратами, чем при возделывании ее без орошения. Экономическая оценка показала высокую эффективность всех изучаемых вариантов (таблица 8).

Таблица 8 – Экономическая оценка технологии возделывания сои, среднее за 2021-2023 гг.

Показатель	Урожайность, т/га	Цена реализации, кг/руб.	Стоимость валовой продукции, тыс. руб./га	Прямые затраты средств, тыс. руб./га	Себестоимость, тыс. руб./т	Условно чистый доход, тыс. руб./га	Уровень рентабельности, %
1	2	3	4	5	6	7	8
70-80-70 % НВ							
без инокуляции							
Контроль	1,60	42,00	67,20	41,08	25,68	26,12	63,60
Фунгицид	1,83	42,00	76,90	44,05	24,07	32,85	74,60
Природный минерал	2,01	42,00	84,40	44,00	21,89	40,40	91,80
Биокомплекс	2,30	42,00	96,90	46,00	20,00	50,60	110,00
с инокуляцией							
Контроль	2,04	42,00	85,70	43,61	21,38	42,09	96,50
Фунгицид	2,19	42,00	92,00	46,41	21,19	45,59	98,20
Природный минерал	2,59	42,00	108,80	46,83	18,08	61,97	132,30
Биокомплекс	2,90	42,00	121,80	48,87	16,85	72,93	149,20
80 % НВ							

1	2	3	4	5	6	7	8
без инокуляции							
Контроль	2,26	42,00	94,90	44,33	19,62	50,57	114,10
Фунгицид	2,44	42,00	102,50	47,19	19,34	55,31	117,20
Природный минерал	2,69	42,00	113,00	47,29	17,58	65,71	139,00
Биокомплекс	3,05	42,00	128,10	49,45	16,21	78,65	159,00
с инокуляцией							
Контроль	2,82	42,00	118,40	47,79	16,94	70,62	147,80
Фунгицид	2,97	42,00	124,70	49,91	16,80	74,79	149,80
Природный минерал	3,41	42,00	143,20	50,41	14,78	92,79	184,10
Биокомплекс	3,91	42,00	164,20	52,85	13,52	113,35	214,50

Уровень рентабельности на варианте без проведения инокуляции при дифференцированном водном режиме 70-80-70 % НВ на контрольном варианте составлял 63,6 %. С проведением внекорневого внесения препаратами различного происхождения рентабельность повысилась до 74,6-110,0 %. При этом наибольшее значение этого показателя наблюдалось при использовании биопрепаратов – 110,0 %.

На делянках с проведением инокуляции уровень рентабельности повысился на контроле до 96,5 % и на варианте с использованием биокомплекса увеличился до 149,2 %.

При поддержании предполивного порога влажности почвы на уровне 80 % НВ и без инокуляции на контроле рентабельность составила 114,1 %, с применением препаратов – от 117,2 до 159,0 %. При проведении предпосевной обработки уровень рентабельности на контрольных вариантах увеличился до 147,8, а при обработке препаратами рентабельность увеличилась до 149,8-214,5 %.

Наилучший показатель отмечался при обработке биокомплексом на варианте поддержания предполивного порога влажности не ниже 80 % НВ, где рентабельность составила 214,5 %.

Расчет энергетической эффективности по изучаемым факторам показал, что значения коэффициента колебались от 0,69 до 1,52 (таблица 9).

Таблица 9 – Энергетическая эффективность технологии возделывания сои, среднее за 2021-2023 гг.

Вариант	Урожайность, т/га		МДж/га		Коэффициент энергетической эффективности, К _э
	зерна	сухой массы	содержание энергии в урожае	затраты совокупной энергии	
1	2	3	4	5	6
70-80-70 % НВ					
без инокуляции					
Контроль	1,60	1,41	28962,6	42224,8	0,69
Фунгицид	1,83	1,61	33125,9	42870,3	0,77
Природный минерал	2,01	1,77	36384,2	43058,3	0,84
Биокомплекс	2,30	2,02	41633,7	43514,1	0,96
с инокуляцией					
Контроль	2,04	1,8	36927,3	43013,2	0,86
Фунгицид	2,19	1,93	39642,5	43655,1	0,91
Природный минерал	2,59	2,28	46883,1	43852,8	1,07
Биокомплекс	2,90	2,55	52494,6	44309,5	1,18
80 % НВ					
без инокуляции					
Контроль	2,26	2,00	40909,6	44549,9	0,92
Фунгицид	2,44	2,15	44167,9	45193,2	0,98

1	2	3	4	5	6
Природный минерал	2,69	2,37	48693,3	45384,3	1,07
Биокомплекс	3,05	2,68	55209,9	45843,2	1,20
с инокуляцией					
Контроль	2,82	2,50	51046,5	45352,4	1,13
Фунгицид	2,97	2,61	53761,8	45985,5	1,17
Природный минерал	3,41	3,00	61726,5	46185,0	1,34
Биокомплекс	3,91	3,44	70777,3	46479,4	1,52

При этом наибольшее значение коэффициента энергетической эффективности оказалось на варианте при поддержании предполивного порога влажности на уровне 80 % НВ в сочетании с инокуляцией семян при фоллиарном внесении биокомплекса, где коэффициент энергетической эффективности составил 1,52.

Заключение

1. Совместное использование предпосевной инокуляции семян, фоллиарной обработки посевов биокомплексом и десикации посевов сои перед уборкой в условиях орошения на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья способствует получению урожайности 3,91 т/га с оптимальными параметрами качества зерна.

2. Предпосевная инокуляция сои комплексным биопрепаратом повышает микробиологическую активность почвы, характеризующуюся долей разложения льняного полотна на фоне дифференцированного водного режима почвы 70-80-70 % НВ – 42,97 %, а при поддержании влажности почвы не ниже 80 % НВ – 44,29 %. При этом увеличиваются количество клубеньков (шт.) и их масса. Максимальное их количество – 29 шт. на растении и масса клубеньков 0,216 г – отмечено на режиме постоянного увлажнения почвы, 80 % НВ с инокуляцией семян и использованием биокомплекса в период вегетации растений.

3. За три года исследований оросительная норма составила от 3200 до 3800 м³/га на режиме 70-80-70 % НВ, а на монорежиме 80 % НВ – от 3500 до 4050 м³/га. На режиме 70-80-70 % НВ на вариантах без инокуляции суммарное водопотребление изменялось от 4543 до 4705 м³/га, а с ее проведением – 4607-4788 м³/га. На режиме 80 % НВ по изучаемым вариантам без инокуляции семян – 4749-4920 м³/га и с инокуляцией – 4816-5030 м³/га.

4. Установлено, что в среднем за три года показатели коэффициента водопотребления колебались от 2886 м³/т при дифференцированном режиме орошения без инокуляции до 2275 м³/т с инокуляцией. На вариантах с постоянным водным режимом без применения инокуляции коэффициент водопотребления составил 2111 м³/т, а с применением инокуляции – 1711 м³/т. Использование химического препарата – фунгицида для внекорневой обработки посевов заметно снижало коэффициент водопотребления – на 4-11 % от контроля, а природный минерал – на 14-20 % от необработанного контроля. Минимальные значения коэффициента водопотребления оказались при фоллиарном использовании биокомплекса, и они составили при дифференцированном водном режиме почвы без инокуляции семян 2084 м³/т, на варианте с инокуляцией – 1654, при постоянном режиме орошения (80 % НВ) без инокуляции 1625 и с инокуляцией – 1288 м³ на одну тонну.

5. Фотосинтетическая активность растений по изучаемым вариантам полностью коррелирует с полученными урожайными данными. Получение урожайности не ниже 3,0 т/га обеспечивается при формировании 29,77 тыс. м²/га максимальной площади листьев, накоплении 1892 м²/га*дней фотосинтетического потенциала и продуктивности фотосинтеза не ниже 3,42 г/м² в сут. Для получения урожайности на уровне 4,0 т/га должно быть накоплено не менее 2414 м²/га*дней фотосинтетического потенциала при продуктивности фотосинтеза 3,76 г/м² в сут.

6. Наименьшая урожайность отмечена на варианте с поддержанием предполивного порога влажности почвы на уровне 70-80-70 % НВ без проведения инокуляции – 1,60-2,30

т/га, а с инокуляцией – 2,04-2,90 т/га. А поддержание предполивного порога влажности на уровне 80 % НВ обеспечило рост урожайности от 2,26-3,05 до 2,82-3,91 т/га соответственно.

Максимальная продуктивность сои, 3,91 т/га в среднем за три года, получена на варианте водного режима почвы 80 % НВ с использованием предпосевной инокуляции семян и фолиарной обработки посевов биологическим комплексом препаратов в период вегетации.

7. Качественные показатели зерна на варианте водного режима почвы на уровне 80 % НВ с инокуляцией семян и фолиарной обработкой биокомплексом оказались наилучшими: содержание белка достигло 37,29 %, а жира – 22,78 %.

8. Десикация посевов сои на орошении обеспечивает значительное снижение влажности зерна и нормализует процесс созревания в предуборочный период. Применение исследуемых препаратов – бишофита и реглона – на режимах орошения 70-80-70 % НВ и 80 % НВ обеспечило в среднем снижение влажности зерна с 26-30 до 16-18 %, повышение урожайности – с 1,94-2,29 до 2,03-2,41 т/га, увеличение содержания белка – с 28,77-30,45 до 30,20-32,42 %, жира – с 19,18-20,78 до 19,63-21,53 % соответственно. На варианте с поддержанием влажности почвы 80 % НВ с применением бишофита получен максимальный уровень рентабельности – 111,34 % и коэффициент энергетической эффективности – 0,97.

9. Возделывание сои на орошаемых землях Нижнего Поволжья энергетически эффективно и экономически выгодно. Наиболее высокой экономической эффективностью характеризовался вариант при поддержании влажности почвы на уровне 80 % НВ в сочетании с предпосевной инокуляцией семян и проведением фолиарных обработок посевов сои комплексом биопрепаратов, что способствовало получению рентабельности на уровне 214,5 % с коэффициентом энергетической эффективности 1,52.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Для получения сбора зерна сои в 3,91 т/га рекомендуется: поддерживать предполивной порог влажности на уровне 80 % НВ по схеме: в период от посева до конца ветвления в слое 0,4 м, а от начала цветения до полной спелости зерна в слое 0,6 м с проведением предпосевной инокуляции семян препаратами (Импровер (20 мл/т) + Геостим ФитГ (5 л/т) + Гумэл Супер (1 л/т)), использованием фолиарной обработки посевов баковой смесью биопрепаратов (Геостим ФитЖ (1 л/га) + БФТИМ (2 л/га) + Импровер (50 мл/100 л р-ра) + Гумэл Люкс (1 л/га) + Гумэл БорМолибден (1 л/га)) в фазу «цветение», которое обеспечивает наилучшие качественные показатели зерна с содержанием белка 37,29 % и жира – 22,78 %.

2. Проводить предуборочную десикацию посевов сои за 14 дней до уборки препаратом бишофит (30 %-ной концентрации, 21 л/га), которая повышает производительность при механизированной уборке этой культуры, снижает влажность зерна (с 30 % на контроле до 18 %), улучшает его качество (содержание белка в среднем 32,42 %, жира 21,53 %) и способствует получению прироста урожая в 0,38 т/га, уровня рентабельности до 111,34 % при коэффициенте энергетической эффективности 0,97 по сравнению с контролем.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

В дальнейшем следует изучить расширение ассортимента препаратов для проведения предпосевной и внекорневой обработки посевов сои в условиях орошения на светло-каштановой почве Нижнего Поволжья.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях журналов, рекомендованных ВАК Минобрнауки России:

1. Эффективность различных видов защитных мероприятий против саранчовых в условиях Волгоградской области / А. Ю. Москвичев, С. А. Агапова, Л. В. Вронская, В. С. Мкртчян // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее

- профессиональное образование. – 2022. – № 2(66). – С. 53-62. – DOI 10.32786/2071-9485-2022-02-06. – EDN AZSAFP.
2. Москвичев, А. Ю. Оценка эффективности различных препаратов для десикации сои в условиях орошения на светло-каштановых почвах Волгоградской области / А. Ю. Москвичев, **С. А. Агапова** // Орошаемое земледелие. – 2022. – № 4(39). – С. 24-27. – DOI 10.35809/2618-8279-2022-4-2. – EDN WILQAN.
3. Москвичев, А. Ю. Десикация зернобобовых культур как прием совершенствования технологии их возделывания в Волгоградской области / А. Ю. Москвичев, **С. А. Агапова** // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2022. – № 4(68). – С. 38-45. – DOI 10.32786/2071-9485-2022-04-04. – EDN VTNZLD.
4. Москвичев, А. Ю. Отработка отдельных приемов в технологии возделывания зернобобовых культур в условиях Нижней Волги / А. Ю. Москвичев, **С. А. Агапова** // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2022. – № 3(67). – С. 96-103. – DOI 10.32786/2071-9485-2022-03-11. – EDN SMYVAM.
5. Москвичев А. Ю. Биологическая активность почвы в связи с предпосевной инокуляцией семян сои на двух режимах орошения светло-каштановой почвы / А. Ю. Москвичев, **С. А. Агапова** // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2023. – № 4(72). – С. 49-58. – DOI 10.32786/2071-9485-2023-04-04. – EDN AFDWMP.
6. Толоконников, В. В. Сортовая отзывчивость сои на орошение и удобрение в условиях Нижнего Поволжья / В. В. Толоконников, Л. В. Вронская, **С. А. Агапова** // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. – 2023. – Т. 18, № 3. – С. 320-333. – DOI 10.22363/2312-797X-2023-18-3-320-333. – EDN MJFBQE.
7. Москвичев, А. Ю. Инокуляция семян и предуборочная десикация - важный элемент увеличения продуктивности сои при разных режимах орошения на светло-каштановой почве Нижней Волги / А. Ю. Москвичев, **С. А. Агапова** // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2023. – № 1(69). – С. 91-100. – DOI 10.32786/2071-9485-2023-01-08. – EDN MRBJWE.
8. Москвичев, А. Ю. Реакция растений сои на инокуляцию семян и режимы орошения светло-каштановых почв в условиях Нижнего Поволжья / А. Ю. Москвичев, **С. А. Агапова** // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2023. – Т. 53, № 5. – С. 13-21. – DOI 10.26898/0370-8799-2023-5-2. – EDN YYNJWL.
9. Агапова С. А. Влияние предпосевной инокуляции семян и внекорневого внесения препаратов на продуктивность и качество зерна сои в условиях орошения дождеванием в Нижнем Поволжье / **С. А. Агапова**, А. Ю. Москвичев // Мелиорация и гидротехника. – 2024. – Т. 14, № 3. – С. 181-191. – DOI 10.31774/2712-9357-2024-14-3-181-191. – EDN JCVJFY.
10. Водосберегающая технология орошения сои на мелиорированных землях с выраженным микрорельефом / М. Н. Лытов, Г. А. Рулев, **С. А. Агапова**, Е. В. Зинченко // Орошаемое земледелие. – 2025. – № 4(51). – С. 78-86. – DOI 10.35809/2618-8279-2025-4-11. – EDN TRWQDO.
11. Агапова, С. А. Инокуляция семян сои – фактор получения стабильных урожаев с надлежащим качеством зерна при орошении / **С. А. Агапова** // Орошаемое земледелие. – 2025. – № 3(50). – С. 46-52. – DOI 10.35809/2618-8279-2025-3-7. – EDN QMJXJA.
12. Агапова, С. А. Действие инокуляции и внекорневых подкормок посевов орошаемой сои на симбиотическую деятельность и продуктивность в условиях Волго-Донского междуречья / С. А. Агапова, А. Ю. Москвичев // Мелиорация и гидротехника. – 2026. – Т. 16, № 1. – С. 121-134. – DOI 10.31774/2712-9357-2026-16-1-121-134. – EDN ХНКРМА.
- Публикации в других изданиях, индексируемых в РИНЦ:**
1. Москвичев, А. Ю. Отзывчивость зернобобовых культур на применение бишофита и его аналога в условиях Нижней Волги на светло-каштановых почвах / А. Ю. Москвичев, **С. А. Агапова** // Орошаемое земледелие. – 2021. – № 4. – С. 28-31. – DOI 10.35809/2618-8279-2021-4-4. – EDN LPMLWS.
2. Москвичев, А. Ю. Оценка отдельных приемов в совершенствовании технологии возделывания зернобобовых культур в Нижнем Поволжье / А. Ю. Москвичев, **С. А. Агапова** //

Перспективные тенденции развития научных исследований по приоритетным направлениям модернизации АПК и сельских территорий в современных социально-экономических условиях: материалы Национальной научно-практической конференции, Волгоград, 15 декабря 2021 года. Том I. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2021. – С. 115-119. – EDN PNHQGL.

3. Агапова, С. А. Совершенствование технологии возделывания зернобобовых культур на юге России / **С. А. Агапова** // Материалы XXVI региональной конференции молодых ученых и исследователей Волгоградской области, Волгоград, 16–18 ноября 2021 года. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2021. – С. 3-6. – EDN EWXNUM.

4. Агапова, С. А. Продуктивность зернобобовых культур при использовании биопрепаратов на каштановых почвах Волгоградской области / **С. А. Агапова**, А. Ю. Москвичев // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции, Волгоград, 09–11 февраля 2022 года. Том I. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2022. – С. 19-24. – EDN PKEDAQ.

5. Агапова, С. А. Результаты исследований по совершенствованию отдельных элементов возделывания орошаемой сои в условиях Волгоградской области / **С. А. Агапова** // Роль мелиорации в обеспечении продовольственной безопасности, Москва, 14–15 апреля 2022 года. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, 2022. – С. 12-18. – EDN SRCYLF.

6. Агапова, С. А. Роль инокуляции и десикации в повышении урожайности и качестве семян сои в условиях орошения Волгоградской области / **С. А. Агапова**, А. Ю. Москвичев, И. А. Корженко // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию победы в Сталинградской битве, Волгоград, 16–17 февраля 2023 года. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2023. – С. 288-295. – EDN PТААНТ.

7. Москвичев, А. Ю. Отзывчивость зернобобовых культур на различные элементы технологий их возделывания в условиях Волгоградской области / А. Ю. Москвичев, **С. А. Агапова**, И.А. Корженко // Природообустройство. – 2023. – № 3. – С. 52-58. – DOI 10.26897/1997-6011-2023-3-52-58. – EDN NHXWTD.

8. Агапова, С. А. Роль предуборочной десикации посевов орошаемой сои на светло-каштановых почвах Волгоградской области / **С. А. Агапова**, А. Ю. Москвичев // Мелиорация будущего: тренды, инновации и технологии в сельском хозяйстве: материалы Международного Форума молодых ученых, посвященного 100-летию образования ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова, Москва, 28–29 марта 2024 года. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова, 2024. – С. 178-183. – DOI 10.37738/VNIIGIM.2024.96.73.029. – EDN LLTPAP.

9. Агапова, С. А. Актуализация отдельных элементов в технологии возделывания сои в условиях орошения на светло-каштановой почве / **С. А. Агапова**, А. Ю. Москвичев // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации : материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 80-летию со дня основания ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, Волгоград, 08–09 февраля 2024 года. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2024. – С. 119-124. – EDN ZRLOEM.

10. Агапова С. А. Действие инокуляции семян на биологическую активность орошаемой светло-каштановой почвы Нижнего Поволжья / **С. А. Агапова**, А. Ю. Москвичев // Природообустройство. – 2025. – № 1. – С. 33-39. – DOI 10.26897/1997-6011-2025-1-33-39. – EDN ALNFPD.

Подписано в печать _____.2026.
Формат 60x84 1/16 Усл. печ. л. 1,0 Тираж 100. Заказ №
ИПК ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ «Нива»
400002, Волгоград, пр. Университетский, 26