

**Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия
– филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации
имени А.Н. Костякова»**

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

Диссертация

на соискание ученой степени

кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:

доктор сельскохозяйственных наук,

профессор

Москвичев Александр Юрьевич

Волгоград 2026

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ	10
1.1 Предпосевная инокуляция семян	10
1.2 Режимы орошения сои	17
1.3 Биологическая защита посевов сои против заболеваний	24
1.4 Предуборочная десикация возделываемой культуры	31
2. ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ И МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ МЕСТА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ. СХЕМЫ ОПЫТОВ, МЕТОДИКА И АГРОТЕЗНИКА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ	45
2.1 Почвенные условия	45
2.2 Климатические и метеорологические показатели в годы проведения исследований	49
2.3 Схемы опытов, методика и агротехника возделывания сои	54
3. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРИЕМОВ ИНОКУЛЯЦИИ СОИ КОМПЛЕКСОМ БИОПРЕПАРАТОВ ПОСЛЕДНЕГО ПОКОЛЕНИЯ	62
3.1 Эффективность предпосевной инокуляции семян сои в опытах	62
3.2 Микробиологическая активность орошаемой светло-каштановой почвы	65
3.3 Фолиарная обработка посевов сои, основные виды ее болезней и меры профилактической борьбы	71
4. ОБОСНОВАНИЕ УСЛОВИЙ ВОДООБЕСПЕЧЕНИЯ И РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ СОИ НА СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ	77
5. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ПРЕПАРАТОВ И РАЗНЫХ УРОВНЕЙ ВОДООБЕСПЕЧЕНИЯ	83
5.1 Фотосинтетическая активность	83
5.2 Продуктивность посевов сои в зависимости от изучаемых факторов	88
5.3 Качественные показатели полученного сбора зерна сои	92
5.4 Влияние десикантов на урожайность и качество зерна сои	96
6. ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ	101
6.1 Экономическая эффективность	101

6.2 Энергетическая эффективность.....	105
Заключение.....	109
Предложения производству.....	112
Перспективы дальнейшей разработки темы.....	112
Список использованной литературы.....	113
Приложения	138

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. 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 азотофиксирующего 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 фолиарных 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 азотофиксирующего симбиоза сои и повышения биологической активности почвы при разных уровнях водообеспечения;
- адаптации технологии фолиарных 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 проведённых исследований позволили установить эффективность инокуляции семян, фолиарного 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.

Проведённые в зоне светло-каштановых почв Нижнего Поволжья исследования в трехлетнем полевым 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 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)). 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 [2, 3].

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, фолиарная 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 биоконкомплекса 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 анализов 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 ВНИИГиМ 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 и 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.

1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1.1 Предпосевная инокуляция семян

Стоит отметить несколько положительных особенностей растений сои: она способна улучшить водно-физические почвенные свойства; зафиксировать из воздуха азот; а также усвоить труднодоступные питательные вещества из почвенных глубоких слоёв. При данных способностях она является отличным и ценным предшественником для других с/х культур на орошаемых землях.

Установлено, что, несмотря на присутствие азотфиксирующих микроорганизмов в почве, их естественное распределение и активность могут быть недостаточными для обеспечения оптимального азотного питания растений. В этой связи искусственное заражение растений селективными штаммами микроорганизмов представляет собой высокоэффективный агротехнический приём, известный как инокуляция. Данный метод нашёл широкое применение в сельскохозяйственной практике, особенно при возделывании бобовых культур. В последние годы наблюдается значительный рост интереса к инокуляции растений, что обусловлено рядом факторов. Во-первых, разработаны новые формы инокулянтов, оптимизированные для применения и обладающие высокой экономической эффективностью. Во-вторых, увеличилось производство инокулянтов, включая их перспективные формы, что способствует расширению масштабов использования данного метода. В-третьих, возможность применения генной инженерии позволила создать штаммы клубеньковых бактерий с повышенной азотфиксирующей способностью, что делает её конкурентной и способной противостоять неблагоприятным факторам окружающей среды. Особое внимание уделяется подбору штаммов с учётом не только биологических характеристик растений, но и их сортовых особенностей. Это позволяет повысить эффективность инокуляции и адаптировать метод к конкретным условиям выращивания.

Например, на посевах сои в условиях Оренбургской области применение метода инокуляции даёт возможность получения урожая 1,24-1,68 т/га, что в сравнении с контрольным вариантом без обработки превышает полученные значения на 22,5 %.

Научные исследования, которые были проведены в климатических условиях Юго-Востока Казахстана, показали урожайность сои 2,95 т/га, т.е. увеличение составило 25,5 %. Также аналогичный пример с использованием метода инокуляции в Саратовской области в 2004 году показал увеличение урожайности на посевах нута до 25 %. По приведённым данным А. П. Кожемякова, Л. М. Доросинского [78], Н. С. Амирова [14], А. В. Анисимова, Е. А. Тошкиной [15], Л. М. Доросинского, Л. М. Афанасьевой, Г. В. Рубинштейна [58], И. С. Панкова, З. Ф. Чернышова, Т. Д. Шлыковой [146], О. В. Столярова [181], М. Х. Тхагапсоева, М. М. Токбаева, В. С. Бжеумыхова [193], отмечен факт, что с применением ризоторфина урожай сои увеличился на 18,0 %, а гороха – на 10,5 %.

Кроме того, стоит отметить, что за последние десять лет аграрии Поволжья получили доступ к значительному числу многообещающих сортов сои, пригодных для выращивания как с использованием оросительных систем, так и без них. Тем не менее, показатели урожайности пока остаются скромными. Учёные А. В. Васин, А. А. Васина, Е. В. Рязанова [37], В. Г. Васин, А. Н. Бурунов [39] полагают, что это, в основном, объясняется особенностями почвенного и климатического характера в ключевых районах культивирования, а также уровнем применяемых агротехнических методов. Таким образом, внедрение передовых технологий возделывания является важным фактором для существенного увеличения объёмов собираемого урожая.

Для уменьшения издержек в аграрном секторе и увеличения объёмов производства, эффективным методом является применение биоактивных веществ и различных микроэлементов в хелатной форме (легко усваиваемой растениями). Использование этих средств значительно повышает урожайность культур. Отличительная черта таких препаратов – их использование в минимальных дозах.

Их высокая биологическая активность связана с их воздействием, аналогичным гормональному.

Эти вещества обычно характеризуются низкой токсичностью, отсутствием выраженной видовой чувствительности и слабым кумулятивным эффектом в отношении летальности. При этом они демонстрируют широкий спектр биологического действия. В. В. Бородычев, Д. С. Магомедова, М. Н. Лытов [30, 111], А. В. Васин, А. А. Васина, Е. В. Рязанова [38], М. Д. Мукатова, Т. В. Боева [135], С. А. Примаков [154], А. М. Таскулова, Р. С. Сарманова [186] считают, что такие подходы способствуют стимуляции физиологических процессов в период вегетации растений, увеличивают их устойчивость к неблагоприятным факторам, обеспечивают стабильный рост продуктивности и улучшают качественные характеристики производимой продукции.

Необходимость экологизации аграрного сектора обуславливает актуальность расширения исследований, направленных на поиск экологически чистых соединений, воздействующих на рост и развитие растений, что отражено в работах А. А. Жученко [65], Л. В. Киселевой, Е. О. Трофимовой, А. Г. Котрухова [76].

В последние десятилетия наблюдается тенденция к увеличению использования экологически безопасных средств защиты растений и стимуляторов роста в сельскохозяйственном производстве. В данной области разработкой методов индуцирования устойчивости растений к абиотическим стрессам и биотическим патогенам – одним из наиболее перспективных направлений – занимаются многие исследователи, в их числе С. Л. Белопухов, Н. Н. Малеванная [26], А. Г. Белоус, В. И. Заверюхин [27], С. Х. Дзанагов, Т. Б. Хадикова, З. А. Гутиева, Р. В. Калагова [48], Л. П. Бельтюков, Г. М. Ситало, В. М. Мажара [и др.] [43], С. Н. Зудилин, В. А. Корчагин, С. Н. Шевченко, О. И. Горянин [72], В. С. Сергеев, О. В. Радцева, Г. М. Рахимова, Р. Ф. Исаев [73], О. В. Костин, В. И. Костин, А. В. Дозоров [86], А. А. Ладатко [107], М. Д. Мукатова, Т. В. Боева [135], С. А. Примаков [154], Н. А. Щекутьева [211].

Сегодня создание новейших регуляторов роста растений на основе природного сырья, которые способны обладать комплексной биорегуляторной

активностью, безусловно, с выполнением требований безопасности, экологичности, нетоксичности в первую очередь для человека и, конечно, для окружающей природной среды, открывает новые горизонты в управлении метаболическими процессами растений. Эти препараты Н. П. Будыкиной [32], М. Д. Мукатовой, Т. В. Боевой [135] позволяют эффективно решать задачи повышения продуктивности и устойчивости сельскохозяйственных культур, что особенно актуально в условиях глобальных изменений климата и ухудшения качества почв [180].

Анализ данных, полученных в ходе исследований в Саратовском регионе, выявил положительную динамику бобовых культур при применении метода инокуляции в сочетании с улучшенным фосфорно-калийным питанием растений сои. Отмечено, что такое сочетание даёт увеличение численности бобов на одном соевом растении на 8,5 %. Кроме того, зафиксировано увеличение на 11,4 % их наполненности зерном. Применение к данному сочетанию борно-молибденовых удобрений привело к ещё более значительным результатам: прирост числа бобов составил 10,2 %, а озёрнённости – 13,3 %. С применением инокуляции в отдельности и на фоне $P_{60}K_{60}$, а также в сочетании с $P_{60}K_{60} + B + Mo$ масса 1000 зёрен с одного растения увеличилась на 13,6 %, 15,9 % и 20,5 % в сравнении с показателем контроля.

Зернобобовые культуры играют важную роль в поддержании плодородия почвы благодаря своей способности к фиксации азота. Масштабы этого микробиологического процесса впечатляют: ежегодно бобовые и зернобобовые культуры фиксируют около 200 миллионов тонн азота. При этом биологический азот, закреплённый этими растениями, является экологически чистым и практически неисчерпаемым ресурсом.

В контексте многообразия почвенных микроорганизмов особое внимание, по мнению О. М. Агафонова [5], уделяют симбиотическим азотфиксаторам, способным эффективно связывать атмосферный азот. Минеральный азот, полученный в результате этого процесса, обладает биологическим происхождением и представляет собой наиболее ценное дополнение к азотному

фонду почвы. Он способствует повышению плодородия почвы, оптимизируя использование данного элемента как в естественных условиях, так и при внесении удобрений [194].

Феномен симбиотической фиксации азота был открыт Ж. Б. Буссенго (1838) году и научно обоснован Г. Гельригелем в 1886 году. Значительный вклад в изучение этого процесса внесли в XIX веке К. А. Тимирязев, А. Пращмовский, П. О. Коссович, М. В. Бейеринк, М. С. Воронин и другие учёные. В XX веке научные изыскания в этой области были продолжены Н. И. Мильто, Е. Н. Мишустиним, Г. С. Посыпановым, З. И. Журбицким, А. И. Виртаненом, Д. Н. Прянишниковым и другими исследователями. Исследования симбиотической фиксации азота важны и актуальны в современном мире.

Следует отметить, что для растений сои характерен процесс фиксации азота. Данный процесс преобразует атмосферный азот в аммонийную форму, она наиболее доступна для растений. Кроме того, данное преобразование является важным и ключевым моментом для реализации высоких урожаев сои. Но для правильной организации данного процесса и положительного результата, по утверждению О. В. Столярова [181], необходимо в период развития растений сои наличие в почве достаточного необходимого количества активных азотфиксирующих микроорганизмов. Также можно вносить азотфиксирующие микроорганизмы на семена сои, однако это образует на корнях сои клубеньки. Выявлено, что в период прорастания семян сои бактерии способны проникать в корневые волоски растений, где они очень активно размножаются. Затем происходит формирование утолщений, которые представлены целыми колониями бактерий. Далее колонии этих бактерий распространяются по всей корневой системе растений сои.

М. Бейеринок открыл эти бактерии в виде аэробных палочек в 1888 году и назвал их клубеньковыми.

В ходе многолетних исследований, проведённых Е. Н. Мишустиной и В. К. Шильниковой, М. В. Гусевым и Л. А. Минеевой, было установлено, что симбиотические взаимодействия между клубеньковыми бактериями и бобовыми

растениями представляют собой высокоорганизованный процесс, в рамках которого бактерии осуществляют фиксацию атмосферного азота и его трансформацию в легкоусвояемые для растений соединения. В свою очередь, растения обеспечивают микроорганизмы необходимыми питательными веществами и энергией, генерируемыми в процессе фотосинтеза и биосинтеза легкодоступных органических соединений в корневой системе. После завершения вегетационного периода бобовых культур почва сохраняет повышенную концентрацию доступного азота на протяжении нескольких лет, что существенно влияет на ее агрохимические характеристики.

Способность биологической азотфиксации, осуществляемой специфическими микроорганизмами, послужила основой для разработки бактериальных удобрений, таких как ризоторфин, азотобактерин и другие. Эти препараты, содержащие натуральные штаммы микроорганизмов, демонстрируют высокую эффективность в повышении продуктивности сельскохозяйственных культур и снижении деградации почв. Как отмечает Л. М. Доросинский, применение данных удобрений способствует оптимизации минерального питания растений и улучшению структуры почвы.

В современном сельском хозяйстве микробиологические препараты стали важным дополнением к химическим удобрениям и пестицидам. Процесс их создания включает в себя использование широкого спектра штаммов микроорганизмов, контролируемый мутагенез и селекцию, что позволяет получать препараты с заданными свойствами. Основы биотехнологии производства микробиологических удобрений изложены в трудах Н. С. Егорова и В. Д. Самуилова.

Многочисленные исследования, проведенные Е. В. Кандыбой, А. И. Дряхловым [61], Е. Б. Борцовой и другими учёными, свидетельствуют о значительном улучшении агрохимических свойств почв и повышении качества питания растений при использовании микробиологических удобрений. Эти препараты способствуют увеличению содержания почвенного гумуса, улучшению структуры почвы и повышению общей биологической активности ризосферы. В

результате применения микробиологических удобрений наблюдается рост урожайности и улучшение качественных характеристик сельскохозяйственной продукции.

Согласно данным Е. Б. Борцовой, бактериальные препараты не только обогащают растения питательными элементами, но и стимулируют их рост за счёт синтеза витаминов, фитогормонов и других биологически активных соединений. Это способствует активации метаболических процессов в растениях и повышению их устойчивости к неблагоприятным факторам окружающей среды.

Для повышения содержания азотфиксирующих микроорганизмов в ризосфере и увеличения урожайности бобовых культур применяются микробиологические препараты, содержащие высокоактивные штаммы бактерий. Симбиотические взаимодействия между клубеньковыми бактериями и растениями обеспечивают передачу значительного количества легкоусвояемого азота, что может заменить 80 кг/га традиционных азотных удобрений. Это особенно актуально для культур, таких как соя, где азотфиксация оказывает значительное влияние на урожайность [177].

Такой положительный эффект возможно усилить при помощи других полезных свойств, имеющих у клубеньковых бактерий. Например, возможно снизить чувствительность растений сои к стрессам температурного и водного характера; возможно уничтожить патогены или ослабить их; возможно стимулировать развитие растений сои, применяя стимулирующие вещества; возможно воздействовать на извлечение из почвы растениями питательных элементов и удобрений; возможно уменьшить негативное влияние вредных веществ на растения сои. Эти свойства были детально изучены в работах О. М. Агафонова [5], В. А. Тильба [188], О. Г. Шабалдас и др. [7].

Для повышения эффективности азотфиксации необходимо также создание необходимых оптимальных условий для жизнедеятельности микроорганизмов-азотфиксаторов, а также и для их партнёров, которыми являются культурные растения. Такими условиями являются: улучшение структуры почвы; поддержание

необходимого оптимального уровня влажности почвы в сочетании с минеральным питанием; оптимизация агротехнических приёмов.

Сегодня микробиологическая промышленность реализует широкий спектр эффективных биологических препаратов. Реализуются и применяются препараты различной направленности: для улучшения всхожести семян, для улучшения процессов роста растений, для синтеза витаминов, для повышения устойчивости растений к инфекционным заболеваниям, для активации процессов азотфиксации, и, конечно, для повышения урожайности различных сельскохозяйственных культур. Например, можно отметить такие препараты как Флавобактерин, Агрофил, БФТИМ, Ризоторфин, Мизорин, Экстрасол, Биоплант-К и другие. Работы А. Н. Ригера, И. С. Пицыкова [158], О. В. Сырмолота [184] подтверждают эффективность этих препаратов многочисленными исследованиями.

О. М. Агафонов [5] приходит к выводу о том, что применение бактериальных препаратов способствует увеличению всхожести семян, ускорению темпов ростовых процессов растений, увеличению накопления сухого вещества, снижению негативного воздействия стрессовых факторов окружающей среды. На эффективность применяемых бактериальных препаратов оказывают влияние выбор сорта семян, штамма микроорганизмов, уровень питания почвы и климатические условия. А. А. Завалин отмечает, что оптимизация этих параметров позволяет максимально раскрыть потенциал микробиологических препаратов и повысить их эффективность в сельском хозяйстве [45].

1.2 Режимы орошения сои

Соя – богатейший источник белка: в ней представлены почти все жизненно важные и в необходимом соотношении незаменимые аминокислоты. В килограмме бобов сои содержится 36,1 г аминокислот, в т. ч. 21,9 г лизина, 4,6 г метеонина, 5,3 г цистина и 4,3 г триптофана. Растворимость белка высокая – 85 %.

В зерне сои содержится до 40 % белка, по аминокислотному составу, приближающемуся к аминокислотному составу мяса, и до 20 % высокоценного масла.

В семенах сои содержатся некоторые микроэлементы, достаточное количество разнообразных ферментов и витамины А, В, С, D, Е, Р.

В нашей стране возделывают сою в основном на Дальнем Востоке. Однако исследования ВНИИОЗ, областной сельскохозяйственной опытной станции, опытно-мелиоративной станции и практика передовых хозяйств показали, что почвенно-климатические условия области на орошаемых светло-каштановых почвах благоприятны для выращивания сои и получения хороших урожаев зерна.

Народнохозяйственное значение сои многогранно, поэтому всемерное увеличение размеров посевных площадей в районах её возделывания и продвижения в зону орошаемого земледелия Поволжья и других районов страны явится важным этапом в интенсификации сельскохозяйственного производства. Внедрение этой культуры на поливных землях Поволжья, отвечающего по почвенно-климатическим условиям биологическим требованиям сои, позволит повысить производительность каждого поливного гектара, окупаемость затрат и продуктивность животноводства.

Сельхозпроизводство в современной России осуществляется в разнообразных природно-климатических зонах. Каждая природно-климатическая зона характеризуется свойственными только ей особенностями. Например, в одной природно-климатической зоне почвенная влага в избытке, а в другой – её дефицит [186, 187].

Ранее проведённые исследования А. В. Колганова [79], Ю. Г. Корягина, Б. М. Анысбаева [85] показывают необходимость и важность проведения мелиоративных мероприятий в таких условиях с целью повышения продуктивности и качества выращиваемых сельскохозяйственных культур, предусматривающих в то же время рациональное использование водных и земельных ресурсов, с соблюдением природоохранных требований и, конечно, требований экологической безопасности окружающей природной среды.

В настоящее время накоплен обширный материал по интервалу доступной влаги между верхними и нижними пределами, который для различных культур и зон возделывания колеблется от 60 до 90 % НВ [1, 119, 165, 209].

Режим орошения сои изучался в различных районах страны. Учёные В. Ф. Баранов [23, 24] и А. И. Лебедевский [109] выявили, что для погодноклиматических условий Краснодарского региона подходит режим орошения сои 70-75 % НВ с глубиной промачиваемого слоя 0,0-0,4 м. Данный фактор реализовал наивысшую урожайность культуры – 3 т/га. Автор П. Е. Губанов [53] предлагает в данных условиях региона дифференцировать глубину увлажнения почвы в сочетании с фазами развития растений сои: начиная с фазы цветения сои – 0,6 м; начала цветения до полного созревания – 0,8 м.

В условиях Волго-Ахтубинской поймы для соевых растений оптимально поддержание влажности почвы на уровне 80 % НВ в почвенном слое 1,0 м, по мнению А. И. Уклеина [195].

Впервые, в 1932 году, В. А. Старостин [179] обратил внимание, что увеличение урожайности сои происходит при повышении предполивного порога влажности до 80 % НВ. В дальнейшем урожайность снижалась.

И. П. Кружилин и В. И. Сахнова [100], по результатам проведённых опытов в Ростовской области в условиях засушливого климата, утверждают, что получение высоких гарантированных урожаев сои возможно исключительно при реализации орошения. Рекомендуются в данном случае проведение 1-2 поливов, так как имеются грунтовые воды на глубине 1,5-2,8 м, и с обеспечением влажности почвы 70 %. Оросительная норма при этом должна быть 600-700 м³/га.

С увеличением сбора выращиваемой сельхозпродукции с ирригационных земель повышаются стоимостные показатели в сопоставлении с неорошаемыми угодьями. Академик РАН И. П. Кружилин [92, 94, 97] сопоставляет разницу стоимостных показателей продукции растениеводства с 1 га ирригационных и

богарных земель: в Центрально-Черноземном районе – 1,7-2,1, в Северо-Кавказском регионе – 3,7-4,1, в Нижнем Поволжье – 6,2-6,9.

С. М. Алпатьев, В. П. Остапчик [11], Л. Д. Аристова [17], Н. М. Багров, И. П. Кружилин [18], Н. М. Багров [19] в своих исследованиях утверждают, что в зоне России с недостаточным обеспечением влаги можно реализовать 70 % продукции растениеводства и даже выше, выражая в денежном выражении. Но стоит отметить, что отрицательное влияние засух из-за нехватки естественных осадков, а также отрицательное влияние суховеев не позволяют раскрыться полностью биопотенциалу растений сои. «В данном случае именно орошение – ирригация может восстановить водный баланс, его дефицит и в конечном итоге увеличить продуктивность этих земель» [144, 150]. Именно искусственная подача на поле позволяет дополнительно использовать в структуре посевных площадей особо требовательных к влаге культур, которые значительно повышают сбор продукции и увеличивают качественные показатели [21].

По мнению Г. О. Ревенкова [156], из многочисленного числа культур именно соя хорошо отзывается на орошение. Автор отмечает ценность соевого белка для человека. Известно, что соевый белок может восполнить недостаток белка в организме человека. Народы мира используют соевое растительное масло в питании. Кроме того, соевые продукты применяют и в кормопроизводстве.

В современных реалиях эффективное производство сои с реализацией высоких урожаев культуры возможно благодаря знаниям её биологических особенностей; отзывчивости и реакции растений на применение ирригации; применению точных приёмов технологии возделывания культуры.

Наряду с разными условиями возделывания этой культуры (среда, почва, сорта), наблюдается неодинаковое потребление воды. Из данных П. Е. Губанова [53], расход воды при обеспечении оптимальных условий увлажнения почвы составляет 2077 м³/га, а без применения ирригации – 7490 м³/га, в некоторые же годы – это различие иногда достигает четырёхкратных размеров [54]. Дефицит почвенной влаги на протяжении всего периода вегетации закономерно приводит к недобору урожая, и может вызывать максимальное снижение продуктивности. И.

П. Кружилин [91] и А. Г. Новак [141] утверждают, что определяющим значением для зернобобовых культур является оптимальная её обеспеченность влагой в период «начало цветения – завязывание плодов».

По этой культуре критическим периодом одни авторы, среди которых Н. Цуков, А. Ревенкова, П. Ковун, С. Беневальский [6], признают цветение, а другие, например, М. А. Цветкова, Р. А. Теремяева [201], – промежуток времени от цветения до налива бобов. Именно дефицит почвенной влаги в этот период способствует значительному опаданию цветков и завязей, а также ведёт к недоразвитию семян, что серьезно уменьшает сбор зерна. Это утверждение поддерживают М. С. Дунин, Е. Д. Якимович [62], В. Б. Енкин [63], К. К. Малыш [115], К. П. Шумакова, Л. Н. Мельникова [210].

В. К. Kroghmou и коллеги [225] выявили, что недостаток влаги в почве в фазу «налив бобов» сои, а также при увеличении количества влаги в почве на последующих этапах «образование семян» сокращает ежегодно продуктивность до 70 кг/га.

В. Б. Енкин [63] утверждает, что дефицит почвенной влаги угнетает эту культуру. Однако, при этом она развивается лучше по сравнению с фасолью, клевером, кукурузой. Некоторые исследователи, к их числу принадлежат В. П. Амачаев [13], Я. Э. Король [84], относят сою к засухоустойчивой культуре, другие, а именно В. Б. Енкин [63], Я. Г. Момот [127], В. А. Старостин [179] – к среднеустойчивой, а третьи, например, Сунь Син-Дун [182] – к особо требовательной к влаге. Выделяют при этом фазу бобов J. Griffin, R. Nabots [222], J. R. Jonsen, R. R. Neupane [224].

Проведёнными исследованиями В. Б. Енкин [63], В. А. Малич [114], И. Б. Рудин [164], И. В. Рубин [163] доказывают, что искусственная подача воды (орошение) при довольно ощутимом дефиците увлажнения создаёт благоприятные условия для роста и развития сои, а именно: повышение линейного роста растения, увеличение облиственности, приводящее в итоге к росту продуктивности процесса фотосинтеза. Кроме того, по мнению Н. И. Огрызковой [143], В. С. Снегового [172, 173], такие благоприятные условия создают наиболее подходящие условия для

мощного роста и развития всей корневой системы растения сои и в итоге, по утверждению А. К. Лещенко [110], ведёт к увеличению коэффициента продуктивности.

В зависимости от особенностей почвенных и климатических поясов соответственно меняется и режим орошения сои: даты поливов, оросительные и поливные нормы культуры, продолжительность межполивного периода.

Многие учёные, среди которых Н. М. Багров, И. П. Кружилин [19], Б. Б. Шумаков [121], В. И. Ольгаренко [144], считают, что одним из основных условий оптимизации поливного режима значится обоснование нижнего порога благоприятной влажности почвы в связи с метеорологическими и климатическими факторами. Кроме этого, на поливной режим сельскохозяйственных растений оказывают влияние применяемая агротехника, глубина промачиваемого почвенного горизонта и, конечно, исходное мелиоративное состояние данных земель [46].

По мнению многих ученых, в числе которых В. Н. Щедрин, Ю. Г. Иваненко, В. И. Ольгаренко и др. [171], М. Р. Bharati, Р. К. Whigham, R. D. Voss [215], F. J. Bergersen, J. Brockwell, R. R. Gault [et al.] [220], на всех этапах искусственной подачи воды (орошение) эти растения должны использовать почвенную влагу корневой системы в тех количествах, величина которых бывает не меньше, чем используемая растениями, и способствовать, по утверждению Г. Т. Балакай [21], Г. Кияк, В. Тучапанский [77], оптимальному соотношению почвенной влаги, кислорода в этой среде, благоприятному распределению водных запасов, что особенно важно в период интенсивного роста и развития.

Например, для условий Краснодарского края, В. Ф. Баранов [23, 24] отмечает факторы, которые способствовали получению урожая в размере 3 т/га: 1) наиболее благоприятный водный режим – 70-75 % НВ; 2) глубина промачиваемого слоя почвы – 0,0-0,4 м.

В почвенно-климатических условиях Ставропольского края для получения хорошего урожая зерна сои необходимо поддерживать режим влажности на уровне 80 % наименьшей влагоёмкости, который, по мнению авторов Н. И. Николаенко,

Е. А. Егоровой [138], нужно поддерживать на протяжении всего вегетационного периода сои.

Исследованиями П. Я. Ляшенко [112] в почвенно-климатических условиях Волгоградской области был применён режим орошения 70-80-70 % НВ и получен большой урожай зерна сои, при этом с наименьшими затратами на единицу полученной продукции.

А. Г. Белоус, В. И. Заверюхин [27], Д. С. Васильев, Ю. П. Мякушко [35], В. С. Горшенин, Л. С. Цыбрий [50], П. Е. Губанов, Н. Н. Муравлева [54] своими многочисленными наблюдениями доказывают, что максимальные сборы урожая зерна возможно реализовать при условии поддержания влажности почвы более 70 % НВ на протяжении всего периода вегетации культуры. О значительном повышении урожайности сои говорят исследования Н. И. Огрызковой [143], в которых применён дифференцированный режим орошения сои: 1) до периода цветения растений сои влажность почвы была на уровне 70 % наименьшей влагоёмкости; 2) после периода цветения растений сои соблюдали режим влажности почвы на уровне 80 % наименьшей влагоёмкости.

Для почвенно-климатических условий Волго-Ахтубинской поймы, в исследованиях В. А. Малича [114], выявлен наиболее благоприятный режим орошения сои, предназначенной на зелёную массу и зерно. Наиболее благоприятным оказался режим влажности почвы 80 % наименьшей влагоёмкости, который рекомендуется поддерживать на протяжении всего вегетационного периода растений сои.

В Калмыкии для условий Сарпинской низменности для выращивания сои подходит вариант с применением двух режимов орошения в разные фазы развития растений в почвенном слое 0,0-0,6 м. Первый режим – поддерживали 70 % наименьшей влагоёмкости до момента наступления фазы цветения растений сои. Второй режим – 80 % наименьшей влагоёмкости в период наступления цветения сои – восковой спелости зерна, как показывают исследования Н. П. Саенко [167].

В природно-климатических условиях Казахстана в Джамбульской области Н. С. Горюнов, Н. И. Огрызкова [143] определили оптимальный режим орошения для данной культуры – 80 % НВ. К аналогичным выводам пришёл В. М. Попов [151].

И. П. Кружилин [94] и И. П. Кружилин, В. И. Сахнова [100] из полевых исследований сделали вывод о том, что получение наибольшего урожая зерна сои в условиях засушливого климата Ростовской области возможно при следующих условиях:

- подача искусственной воды из-за наличия грунтовых вод на глубине 1,5-2,0 м;
- поддержание влажности почвы на уровне 70 % НВ;
- проведение одного или двух поливов;
- подача воды в количестве 600-700 м³/га.

Кроме того, в исследованиях Г. Т. Балакай [20, 22] показано, что для получения максимальных урожаев зерна сои необходимо поддерживать в почвенном горизонте 0,0-0,6 м влажность 70-80 % НВ.

Исходя из этого, следует, что исследования по определению режима орошения культуры сои проводились в разных природно-климатических зонах России, а также ближнего зарубежья. Исследования проводились такими учёными, как А. М. Алпатьев [8, 9], С. М. Алпатьев [10], М. В. Федоров [196] и О. Г. Чамурлиев [212] другие.

Результаты полученных наблюдений весьма неоднозначны, и, конечно, они имеют зависимость от почвенно-климатических условий региона и множества других специфичных влияющих факторов, в результате которых применяют дифференцированные поливы.

Как видим, по этому вопросу нет единого мнения, что, вероятно, связано с большим числом факторов, влияющих на глубину проникновения корневой системы сои. Безусловно, данная проблема не теряет своей актуальности.

1.3 Биологическая защита посевов сои против заболеваний

Реальный выход продукции сои часто не соответствует её возможному потенциалу. Существенное отрицательное влияние на это оказывают различные бактерии, вирусы, грибы. Растения сои очень подвержены многочисленным заболеваниям. Распространение типов заболеваний растений сои зависит от региона выращивания, по утверждению И. М. Горобей, Г. М. Осипова [49], A. Wrather [et al.] [220]. Например, в России, Китае, Канаде, Бразилии, США бактериальные инфекции являются наиболее распространёнными, что приводит к снижению урожайности на 10,0-34,8 %. Грибковые заболевания также вызывают значительные потери урожая сои, в среднем на 15,0-20,0 %, а в периоды эпифитотий потери могут достигать до 50,0 %, фиксируют А. В. Васин, А. А. Васина, Е. В. Рязанова [36], Т. С. Крылова [101].

Известно, что во всём мире распространены грибковые болезни растений сои: *Fusarium oxysporum* - фузариозное увядание; *Sclerotinia sclerotiorum* – склеротиниоз; *Alternaria solani* – альтернариоз; *Cercospora sojina* – церкоспороз; *Colletotrichum lindemuthianum* – антракноз; *Peronospora parasitica* – пероноспороз; *Septoria glycines* – септориоз; *Ascochyta pinodes* – аскохитоз; *Erysiphe polygoni* – мучнистая роса и т. д. [48, 51, 57, 64, 74, 223, 226, 231].

М. Г. Немкевичем, Я. В. Максимовичем [113] и В. Н. Халецким [и др.] [44] были проведены в Беларуси исследования болезней растений сои. По результатам исследований были определены в посевах культуры сои следующие заболевания: *Sclerotinia sclerotiorum* – белая гниль, церкоспороз, угловатый бактериоз, альтернариоз. Выявленные заболевания требуют комплексных мер по защите растений сои от патогенных возбудителей, а также необходима разработка эффективных стратегий управления инфекциями. Кроме того, были выявлены на семенном материале сои *Colletotrichum glycines* Hori (*C. truncatum* (Schw.) Andrus et W.D. Moore), *Stemphylium botryosum* Wallr., *Fusarium oxysporum* (Schlecht.) Snyder et Hans., а также *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl.

Исходя из этого необходима экологическая защита посевов сои против данных вегетационных заболеваний. Она включает в себя целый комплекс агротехнических мер, использование химических препаратов, биологических

средств и минеральных удобрений. Её цель состоит в предотвращении развития болезней, которые поражают сою в период вегетации, и конечно, в повышении устойчивости растений к стрессам [<https://semencesprograin.com/> [Электронный ресурс] дата обращения 10.04.2026 г.].

К агротехническим мерам относят севооборот, выбор устойчивых сортов, обработку семян, мониторинг и диагностику, учёт погодных условий при агротехнике и выращивании в целом, соблюдение оптимальных сроков обработки растений, использование препаратов, предназначенных для культуры [<https://semencesprograin.com/> [Электронный ресурс] дата обращения 10.04.2026 г.].

Биологические средства нужны для защиты посевов сои от вегетационных заболеваний, и для этого используют биопрепараты на основе микроорганизмов, проявляющих антагонизм в отношении возбудителей болезней [<https://биотехагро.рф/> [Электронный ресурс] дата обращения 17.01.2025 г.].

Высокая эффективность биопрепаратов достигается только при использовании в их составе штаммов, адаптированных к местным почвенно-климатическим условиям.

Соя хорошо отзывается на минеральные азотно-калийно-фосфорные удобрения. Известно, что некоторые элементы улучшают устойчивость растений к болезням. Например, калий повышает устойчивость, способствует фотосинтезу и регулирует водный режим. У сои высокий спрос на калий в период активного роста и налива бобов, когда формируется основной объём будущего урожая [<https://semencesprograin.ru/> [Электронный ресурс] дата обращения 10.04.2026 г.]. А фосфор особенно важен на ранних стадиях развития сои, когда корневая система ещё не сформировалась в полной мере. Оптимальная доза фосфорных удобрений может варьироваться в зависимости от почвенных условий, но часто составляет 40-80 кг/га в пересчёте на P_2O [[https:// semencesprograin.ru/ecobio.pro/](https://semencesprograin.ru/ecobio.pro/) [Электронный ресурс] дата обращения 10.04.2026 г.].

Важно грамотно подходить к использованию удобрений: вносить питательные элементы лишь в необходимом количестве и в соответствующие периоды развития растения.

Вопросы использования биопрепаратов для борьбы с болезнями сои изучались многими российскими учёными-исследователями: Фарнеевым А.Т., Сабановой А. А. Козыревым А.Х., Какоевым Х.П., [161], Сырмолотом О.В. [183], Будариной Г.А., Лукьянчуком Л.М., Дегой Л.А. [157]. Также и зарубежные учёные занимались изучением биопрепаратов на сое, такие как Baddeley J.A., Jones S., Torp C.F.E., Watson C.A., Helming J., Stoddard F.L., [217], Iturralde E.T., Covelli J.M., Alvarez F. et al. [227].

Учёными из ФГБНУ ДВНИИЗР Сырмолотом О.В. совместно с Брагиной В.В. из ФГБНУ «Приморский НИИСХ» были изучены в условиях Приморского края влияние биопрепаратов на растения сои и на её болезни. Они выявили положительный эффект и высокую результативность от применения препаратов «Мизорин», «Ризоторфин», «Экстрасол» на исследуемый сорт сои «Приморская 13». В ходе исследований зафиксировано, что все применённые препараты сдерживали развитие болезней сои, таких как пероноспороз, септориоз, церкоспороз. Уровень развития этих болезней сои на опытных контрольных делянках достигал в среднем за годы исследований показателей от 5,5 до 28 %, в то время как при применении препаратов их уровень существенно снижался до показателей от 7,1 % до 2,5 %. Кроме того, применение данных биопрепаратов дало прибавку урожая сои на 0,4-0,7 т/га в вариантах опыта, которая достигла 1,8-2,1 т/га по сравнению с контрольным вариантом – 1,4 т/га [183].

Исследованиями Шамси М.А., проведёнными в Центрально-Чернозёмном регионе, выявлено, что с применением препаратов «Нитрагин» и «Биогор» на сое возможно получение до 3,5 т/га соевого зерна с содержанием белка до 40 % при рентабельности 63 %. Отмечается, что микробиологические препараты дают максимальный эффект на низких фонах питания [206].

Применение в опытных исследованиях биопрепарата «ЭкстраКор» для предпосевной обработки семян сои в условиях Приамурья обеспечило наибольшую прибавку биологической урожайности, которая составила 0,34 т/га при урожайности на контрольном варианте 2,44 т/га. Установлено, что использование

данного биопрепарата обеспечивает получение экологически безопасных семян сои и повышает экономическую эффективность производства соевого зерна [126].

Биологические препараты представляют собой быстро развивающуюся альтернативу. А. И. Алтухов, В. Г. Сычев, Л. Б. Винничек [12] доказали, что возможно увеличить урожайность с/х культур на 10-25 %, применяя биоудобрения. Авторы отмечают, что при этом сокращается необходимость в минеральных азотных удобрениях.

Кроме того, отмечается, что биопрепараты оказывают благотворное влияние на почвенное плодородие, не приводящее к загрязнению самой почвы. При этом рентабельность выращивания культур увеличивается. А самое главное – они безопасны для здоровья человека и животных. У патогенов они не вызывают привыкания.

Чёткий ориентир Президента Российской Федерации направлен на сохранение и повышение плодородия почв, и зафиксирован в Доктрине продовольственной безопасности России. Его выполнение невозможно осуществить без биологизации [<https://xn--80abhgo0bdpo5a.xn--p1ai/o-biometodakh-v-sh/o-biometodakh-v-sh-39/>] [Электронный ресурс] дата обращения 10.04.2026 г.].

Концепция производства биоудобрений заключена в добавлении в чистые культуры микроорганизмов разных наполнителей, к примеру, песок или торф, эмульсии или водные растворы [186].

Сейчас распространены и признаны эффективными биоудобрения, включающие в себя азотфиксирующие бактерии. Их ассортимент занимает 75 % рынка. Актуальность получили также препараты с микроорганизмами, которые способствуют растворению минерализованных форм фосфора. Они представляют 15 % рынка.

Менее применимы стали составы удобрений, способствующие растворению минеральных форм цинка, калия, марганца и т.д., отмечают Н. И. Рубанов, А. А. Фомин [162].

Современные тенденции предполагают разработку биопрепаратов под конкретные культуры, и, соответственно, для их технологий выращивания, отмечают учёные К. М. Кривошлыков, С. А. Козлова, Е. Ю. Рощина [89].

В современном мире сейчас произошёл очень большой скачок в области информированности потребителей о различных препаратах, о наносимом вреде химических веществ, о нитратах и их выбросах, о деградации почв и т.д., утверждают авторы А. С. Ларионов, Е. А. Егорова [108], за счёт чего и происходит развитие рынка.

Совместно с инициативами, разработанными государством, по утверждению И. В. Сеферовой, М. А. Вишняковой [170], это создает предпосылки для значительного роста рынка в будущем.

Ожидается, что сегмент азотфиксирующих препаратов будет лидировать благодаря широкому распространению технологии. По мнению Л. М. Доросинского, С. А. Бегуна, В. А. Тильбы [59], наиболее популярны на данный момент азотфиксирующие биоудобрения в жидкой или порошковой форме. Они пользуются большим спросом, так как применяются практически для всех сельскохозяйственных культур с целью повышения урожайности.

Сельскохозяйственные инокулянты становятся всё более востребованными для растений, так как обладают рядом многофункциональных преимуществ, благоприятствующих стабильному развитию сельскохозяйственного производства.

Актуальным в данное время является развитие процесса интенсификации сельскохозяйственных технологий. И сегодня крупные агропромышленные холдинги увеличивают долю обрабатываемых земель. Стоит отметить, что программа импортозамещения в целом положительно повлияла на рынок плодоовощной продукции. В связи с этим, вырос спрос и на сою с целью обеспечения кормовой базы животноводства, поскольку соя – ценнейшая белковая культура и из неё получают высокобелковые корма. Увеличение поголовья животных приводит к нехватке кормов, а кормить сбалансированными кормами не получается из-за нехватки посевных площадей.

Таким образом, использование сои в производстве высокобелковых кормов является актуальной задачей, решение которой послужит успешному развитию животноводства [198].

Исследовательская компания «Abercade» отмечает, что сегодня производство микробиологических удобрений увеличивается и устойчиво растёт на российском рынке. К примеру, общий объём производства биопрепаратов в России в 2016 году составил 1,8 тыс. тонн, при этом площадь их применения в открытом грунте составила 1,6 млн га.

Инокулянты производят в различных странах: России, Германии, Австрии, Великобритании, Канаде, США, Аргентине, Уругвае, Украине и т.д. Российский рынок постоянно расширяет ассортимент инокулянтов. Например, по статистике, в 2016 году зарегистрировано 26 видов инокулянтов, в 2018 году произошло значительное их увеличение – на 50 %.

В настоящее время страны Северной Америки и Западной Европы получают достаточно высокую урожайность сои и хорошее качество зерна за счёт применения комплекса биологически активных препаратов.

Аналогичные технологии используются и у нас в стране. Однако, согласно статистическим данным, идёт отставание по уровню белковости зерна, утверждает автор М. Шамси [206], несмотря на рост урожайности в целом по стране.

М. Шамси [206] констатирует: «Рынок инокулянтов в России в основном обеспечивается продукцией отечественных производителей». Однако на территории нашей страны отмечается, что микробиологические удобрения, предназначенные для южных территорий, могут быть неэффективны на северных территориях. В этой связи автор отмечает актуальность проблематики создания современных штаммов бактерий, предназначенных для разных природно-климатических зональных территорий с концепцией улучшения почвенного плодородия и обеспечения эффективного воздействия на общую биологическую активность.

Многие учёные: С. Я. Коць, Н. А. Воробей, П. Н. Маменко [47] – отмечают, что *Bradyrhizobium japonicum* наделены особым свойством. Это свойство

проникать в корневые волоски сои, формируя при этом корневые клубеньки с бактериями, функционирующими, в свою очередь, как внутриклеточные симбионты. Они, симбионты, поглощают атмосферный азот и синтезируют органические азотсодержащие соединения. Зафиксировано, что данные соединения достаточно легко усваиваются растениями сои, а также они насыщают почву азотом.

Разнообразие биопрепаратов на рынке велико. Каждый из них создаётся на основе особых бактериальных штаммов, проявляющих активность против конкретных видов растений. Уникальность каждого препарата заключается в его рецептуре, пропорциях компонентов и дополнительных веществах. Тем не менее, их функциональное назначение одно – увеличение популяции полезных микроорганизмов в прикорневой зоне растений.

В связи с подтвержденной эффективностью использования биологических препаратов и неполным изучением данного вопроса существует необходимость дальнейших исследований в этом направлении. Следовательно, в России необходимо развитие рынка биологических удобрений за счёт новых прорывных научных открытий, которые могли бы улучшить качество продукции и повысить устойчивость агроэкосистем.

В этой связи возникла необходимость проведения актуальных исследований на предмет воздействия препаратов «Геостим Фит Г» на урожайность сои, а также определения эффективности применения биопрепаратов в агротехнологических приёмах выращивания сои в природно-климатических условиях и почвах Волгоградского региона.

1.4 Предуборочная десикация возделываемой культуры

По мнению учёных O. Toldi, Z. Tuba, P. Scott [229], в технологии выращивания сои присутствует один из важных приёмов – десикация, т.е. на соевые посевы действуют специальными агрохимическими препаратами, в результате воздействия которых прекращается подача питательных веществ,

происходит подсушивание растений сои и ускоряется процесс их созревания. Данный агротехнический приём применяется преимущественно для ранних и среднеспелых сортов сои, а также в условиях неравномерного созревания, вызванного недружными всходами или высокой засоренностью [219].

Соя – относительно новая культура для Волгоградской области. Благодаря усилиям местных селекционеров, создавших раннеспелые сорта, в настоящее время площади посевов сои значительно возросли, так как урожай сои можно получить уже в конце августа – середине сентября. Положительно сказывается на урожайности сои наличие активных температур в сумме 1900-2300 °С в течение вегетационного периода.

Неблагоприятные погодные условия могут затягивать созревание семян сои при этом сроки могут продлиться до середины сентября соответственно с вынужденным смещением сроков уборки урожая на сентябрь либо октябрь. Следовательно, рекомендуется своевременно убирать урожай сои с сохранностью качественного семенного материала, констатирует коллектив авторов О. Г. Давыденко, Д. В. Голоенко, В. Е. Розенцвейг [56]. Решением этой проблемы является применение десикации.

Автор П. В. Ятчук [214] отмечает, что положительные стороны десикации состоят в следующем: в обеспечении быстрого и равномерного созревания; в борьбе с возникающими болезнями растений; в возможности реализации уборочных полевых работ прямым комбайнированием в достаточно краткие сроки; в возможности снижения затрат на сушку семян за счёт уменьшения их влажности; в борьбе с сорняками; в сокращении потерь при уборке урожая; а также снижении затратных статей на уборку до 10-15 %.

Но, кроме того, автор отмечает и имеющиеся недостатки десикации:

- при значительном увеличении концентрации раствора химических соединений создаётся опасность остатков их вредных веществ в зерне;
- применение дополнительной техники (авиация, опрыскиватели);
- при наземном опрыскивании возникают потери от тракторной колеи;

- при обработке с вертолётов и самолётов происходит загрязнение окружающей среды из-за сноса более 70 % препарата;
- искусственно сокращённый период вегетации растений сои, при этом происходит снижение урожайности [214].

Десикация как агротехнический приём, по мнению D. Stephenson, J. Boudreaux, J. Griffin [228], ускоряет процесс созревания сельскохозяйственных культур и упрощает механизированный сбор урожая. Этот процесс высушивания растений происходит за счёт нарушения их естественной физиологической и биохимической работы взаимосвязанных механизмов. Такой процесс высушивания в свою очередь приводит к снижению возможности тканям и клеткам растений удерживать влагу. Конечно, это приводит к отмиранию всех растительных клеток.

Следует отметить, что особо значим процесс десикации в направлении производства высококачественных семян.

Эффективность действия десикантов напрямую зависит от водного баланса и наличия имеющегося уровня влаги в соевом растении. В данном случае вода транспортирует активные вещества, создавая при этом оптимальные условия для их действия. Результативность приёмов десикации и дефолиации обуславливается уровнем насыщенности влагой тканей листьев соевого растения и почвы соответственно. Зубкова Н. Ф. [69] выявила, что степень увлажнённости листьев соевых растений после обрабатывания препаратами непосредственно зависит от дозировки применённого препарата и его химических свойств. К примеру, применив препарат хлорид магния, можно высушить растение или существенно уменьшить содержание воды в листьях.

Автор А. М. Швецова [207] отмечает в своих наблюдениях, что после обработки препаратом в первые дни уже видны признаки увядания растения, но потеря влаги растения происходит постепенно.

Существенным фактором в процессе обезвоживания, по исследованиям П. В. Ятчука [214], отмечается повреждение клеточных стенок растений, приводящее к быстрой потере влаги. Насколько быстро произойдёт процесс обезвоживания

растения зависит от степени повреждения, а также от внешних условий. В частности, относительная влажность воздуха оказывает особое влияние. Низкая влажность ускоряет процесс, а высокая – замедляет.

В своей работе П. В. Ятчук [214] отмечает, что в Российской Федерации использование десикантов разрешается на основе трёх действующих веществ.

Препараты гербицидного действия, в основе которых глифосат, относятся к 1-й разрешённой группе. Такие препараты применяются с целью истребления сорняков, а также подсушивания посевов. Результативность данных препаратов можно визуально наблюдать на посевах через четырнадцать дней после обрабатывания. Заметным становится пожелтение сорняков и их постепенное высыхание. Доказана результативность десиканта «Торнадо» по отношению ко всем культурным растениям, включая однолетние и многолетние злаковые растения, двудольные сорняки. Его воздействие на растениях однолетних сорняков и культурных растениях отмечалось на 4-5 день, а на многолетних сорняках проявилось на 7-10 день, что позволяет аграриям дать положительную оценку данному эффекту.

Ко 2-й группе десикантов отнесены препараты, основой которых является глюфосинат аммония. Одним из примеров такого препарата можно назвать «Басту». Отмечена быстрая его результативность – на 4-7 день. Отмечен как эффективный на различных посевах. К примеру, может быть применен на растениях льна-долгунца, клещевины, рапса, лугового клевера (семенные посевы) и других культур.

К 3-й группе разрешённых препаратов относят препараты, содержащие в качестве действующего вещества дикват. В отличие от первых двух групп разрешённых препаратов, данные препараты обладают достаточно быстрым эффектом десикации. На второй день применения видна их результативность.

До появления современных препаратов для подсушивания с/х культур перед их уборкой применяли такие препараты, как магниевый хлорат, аммиачную селитру, Реглон Супер, утверждает Ю. В. Ракитин [155]. Механизм их действия заключался в нарушении водного баланса растений: они вызывали значительные и

необратимые изменения в физиологических процессах клеток, что приводило к резкому снижению способности тканей удерживать влагу. Однако выявлено, что защищёнными от воздействия десикантов оказались зародыши семян и семядоли благодаря тканям семяместилищ и семенным оболочкам.

Автором Г. С. Фоминым [199] рекомендуется к применению препарат «Реглон супер», основой которого служит дикват. Он действенен для процесса десикации бобовых культур, подсолнечника, кормовых культур, технических культур, семенников овощных.

Использование десикантов, по мнению А. П. Федосеева [197], значительно сокращает период до уборки урожая. Это снижает к минимуму риски, связанные с неблагоприятными погодными условиями. Отмечено, что задерживать сроки с уборкой урожая не стоит, так как зерно начинает осыпаться, и соответственно, возрастают потери урожая. Кроме того, ухудшаются посевные качества и пищевые качества полученного урожая.

Г. И. Курчеева [105], А. В. Бейч, Н. Н. Кашеварова [25] считают, что несвоевременная уборка урожая приводит к значительному ущербу. Такой ущерб, к сожалению, может превысить другие факторы, вложенные в формирование урожайности.

Известно, что при обработке сельскохозяйственных культур десикантами происходит существенное снижение влажности во всём растении, в том числе и семенах. При действии десиканта прекращается подача питательных веществ и происходит процесс подсушивания листьев и стеблей растений, отмечает Д. С. Васильев [36]. Кроме этого, данный процесс значительно упрощает доочистку семян и способствует предотвращению повреждений при их хранении, а также облегчает механизированную уборку урожая. Авторы отмечают, что использование десикации не оказывает отрицательного влияния на объём и качество урожая, так как его применяют после формирования урожая.

Накопленный мировой опыт применения десикантов в семеноводстве различных сельскохозяйственных культур демонстрирует высокую эффективность.

Исследованиями, проведёнными В. П. Конечной [81, 82], доказан положительный эффект применения десикации:

- отмечен более быстрый и равномерный процесс созревания семян на 10-12 дней;
- показано, что растения менее травмируются;
- снижается риск поражения растений различными грибковыми болезнями;
- отмечается повышение производительности механизированной уборки урожая.

Перед сбором урожая сои часто наблюдается наличие активно растущих сорняков, затрудняющих механизированную уборку и снижающих качество обмолота. В работе G. W. Ware [230] отмечено, что в 50-е годы в США совершались некоторые попытки выявить и разработать результативный способ для подсушки растений сои перед уборкой урожая при помощи препаратов десикантов. В данных исследованиях отмечается, что акцент был сделан именно на сроки десикации. Такие сроки удалось установить. Лучшим периодом применения интенсивной десикации для сои оказался период семь дней до полного созревания зерна. Применение десикации в более ранние периоды приводит к потерям урожайности. Например, данные исследования также показали, что если применить десикацию, когда у растений сои имеется 8 % жёлтых листьев, то может произойти снижение урожайности около 20 %. В период наличия у растений сои 75 % жёлтых листьев, урожайность снижена меньше – на 14 %.

В исследованиях В. Б. Лебедева, Д. А. Юсупова, Л. М. Кудимова был применён препарат Реглон супер, который увеличил урожайность подсолнечника на 16 %. При этом учёные отмечают, что на обработанных препаратом участках энергия прорастания семян и всхожесть семян подсолнечника были немного выше по сравнению с контрольной группой – до 4,5-5 %. Кроме того, исследования в 1993 году показали, что обработанные им опытные делянки были готовы к уборке урожая через 6-7 дней. На сильно засорённых опытных делянках готовность к уборке отмечалась позднее – через 9-10 дней. В опытах был отмечен низкий урожай на контрольном варианте. Повлияли сложившиеся неблагоприятные погодные условия, в результате подействовавшие на развитие растений, вызвав задержку их развития, а также развитие различных болезней.

Использование десиканта, по исследованиям П. В. Ятчука [214], привело к увеличению урожайности гороха на 85 кг/га и улучшению всхожести семян. Автором отмечено, что благодаря снижению потерь при уборке урожая гороха в 1994 году в опытных вариантах прибавка урожая составила 150-235 кг/га. Также выявлено, что применение десикации гороха не оказало значительного воздействия на массу 1000 семян. Кроме того, не произошло воздействия десиканта ни на всхожесть семян гороха, ни на энергию прорастания. Однако были выявлены потери семян в контрольной группе данных исследований. Их значение составило – 21,0-24,0 %. Такой процент потерь вызван содержанием высокой влажности в самих растениях. В связи с этим, отмечает автор, затрудняется работа молотильного барабана и засоряется система очистки комбайна [214].

В таких случаях применяют препараты для подсушивания растений. Например, авторы Ф. Б. Липинский, Н. С. Цыганок, М. Ю. Завацкий, рекомендуют в целях хорошей подсушки семенных посевов овощного гороха использовать препарат «Реглон супер». Именно его авторы применяли в своих исследованиях нормой расхода (20 % в.р.) – 3-3,5 л/га, а для получения рабочего раствора – 400 л/га. Кроме того, в их исследованиях дана оценка эффективности десикации. Производят оценку эффективности после применения препарата согласно степени подсыхания семенников гороха на корню. Её обычно производят на 4 и на 8 день.

Кроме того, Институтом растениеводства им. В. Я. Юрьева с 2005 по 2008 годы проводили изучение реакции сортов сои на десиканты «Скорпион» и «Реглон супер». Исследования проводили на сортах сои раннеспелого срока созревания – «Романтика» и «Мрия», среднеспелого срока созревания – «Скеля». В опытных исследованиях, реализованных П. В. Чернышенко [204], проведена обработка данными препаратами в четырёх фазах развития растений сои. Было установлено, что десикация ускоряет созревание и сокращает период вегетации на 4-11 дней у раннеспелого сорта сои «Мрия» и среднеспелого сорта сои «Скеля». Стоит отметить, что раннеспелый сорт сои «Романтика» на десиканты не реагировал. Было зафиксировано незначительное снижение урожайности сои при достижении влажности соевых семян уровня 50-55 %, с учётом действия десикантов в этот

период. Также установлено, что достижение соевых семян влажности 30-45 % и аналогичное применение десикантов в этот период не снизило урожайности данной культуры. Также выявлено, что десикант «Скорпион» в сравнении с «Реглон супер» проявлял меньше отрицательного воздействия на продуктивность сои. Кроме того, установлено, что на лабораторную всхожесть семян предуборочная десикация не оказывала влияния.

В условиях повышенной влажности и при сильной засорённости посевов сои целесообразно прибегнуть к десикации, ускоряющей созревание. Оптимальным моментом для её проведения является побурение большей части бобов в нижних и средних ярусах. Поле обрабатывают, например, раствором препарата «Регион супер» (до 3 л/га). Это приводит к высуханию как самой сои, так и сорных растений, уменьшению влажности зерна и снижению затрат на послеуборочную сушку. Уборку урожая начинают через неделю-полторы после десикации. Для хранения убранных семян сои необходима оптимальная их влажность 12-14 %. При влажности семян, превышающей 17 %, их подсушивают до необходимой оптимальной влажности хранения.

И. А. Оксененко, В. Д. Муха [136] в своих исследованиях отмечают, что убирать урожай сои необходимо сразу в первые дни созревания бобов. При своевременной уборке можно получить максимально высокую урожайность и высокое качество семян. Авторы рекомендуют применять предуборочную десикацию сои препаратами «Реглон супер» (3 л/га) или «хлорид магния» (20 кг/га) в случаях неравномерного созревания бобов и наличия повышенной влажности, когда влажность семян сои составляет 35-40 %.

В. Е. Шевченко отмечает, что в природно-климатических условиях Черноземья особенно важно использовать десиканты на посевах сои, так как их применение может обеспечить высокие показатели качества зерна соответственно при своевременной уборке культуры. Многие учёные считают, что десикацию необходимо и целесообразно применять при влажности семян сои 35-50 %. Следует отметить, что десикацию необходимо осуществлять желательно при среднесуточных значениях температуры воздуха 12-20 °С, так как именно при

таких температурных условиях достигается максимальный эффект действия десикантов.

В. В. Коломейченко [80] рекомендует использовать десиканты, например, «Реглон супер», при побурении 50-70 % бобов. Авторы Н. В. Парахин, Г. И. Дурнев, В. В. Коломейченко и др. [153] отмечают особую актуальность применения десикации в природно-климатических условиях Черноземья в сочетании с «Раундапом», «Торнадо» или 20 %-ным раствором аммиачной селитры в период побурения нижних и средних бобов и влажностью семян 40-45 %.

Стоит отметить, что в отдельных случаях десикацию проводят при более высокой влажности семян сои, что требует дополнительного изучения влияния данного агроприёма на урожайность и качество семян. Исследования В. И. Заверюхина, И. Л. Левандовского, Н. Г. Капшая [66] указывают на необходимость начинать десикацию при влажности семян 40-45 %. В рамках изучения эффективности различных десикантов, таких как «Баста», «Харвейд», «Реглон супер», выявлена максимальная эффективность препарата «Харвейд». Данный препарат показал свою эффективность при исходной влажности соевых семян 40-45 % и применённым дозированием препарата нормой 1,2 л/га. Однако, учёными отмечен факт, что большая влажность соевых семян и влияние десикантов снижают процент лабораторной всхожести ориентировочно на 0,3-1,5 % [213].

В условиях прохладной и влажной погоды действие десикантов существенно ослабляется, проявляясь лишь на 12-14 день после обработки. Но зафиксирована положительная эффективность применения препаратов десикантов при благоприятных температурных условиях 20° С и более и наличии сухой погоды, отмечает автор Н. И. Зайцев [67].

Интерес к изучению десикантов не ослабевает, поскольку оптимальная концентрация и сроки применения определяются сортом и условиями климата. До конца не выяснено влияние десикации на объём урожая и характеристики посевного материала новых сортов сои. Многие исследователи сходятся во мнении, что десикация особенно важна для высокорослых культур с крупной листвой.

В настоящее время всё чаще используют препараты для десикации в производстве различных с/х культур. Они применяются для зернобобовых культур, особенно при производстве семян; для овощных, технических культур; для рапса; подсолнечника; картофеля и других [214].

Стоит отметить, что именно благодаря препаратам-десикантам и их способности подсушивать растения, есть возможность вырастить позднеспелые сорта различных с/х культур на территориях регионов с коротким вегетационным периодом.

Помимо этого, эффективным признано применение десикации на культурах с неравномерным созреванием. По наблюдениям П. В. Ятчука [214], особенность неравномерного созревания рапса состоит в том, что верхние стручки созревают раньше нижних стручков. Ожидание полного созревания приводит к растрескиванию зрелых стручков, осыпанию семян и потере части урожая.

При применении десикантов на сельскохозяйственных культурах необходимо учитывать норму внесения препарата и концентрацию рабочего раствора. Оптимизация этих параметров, по мнению М. Яковцевой [213], позволяет достичь максимальной эффективности десикации и минимизировать негативные последствия для урожая.

П. В. Ятчук [214] в рамках агрономических исследований провёл эксперимент по десикации посевов среднеспелого сорта сои «Комсомолка», направленный на оптимизацию процессов выращивания данного сорта, а также с целью ускорения созревания семян сои, сокращения сроков уборки, минимизации потерь урожая. В опытных исследованиях десикантом являлся препарат «Реглон супер». Его применяли дозой 3 л/га в период побурения бобов нижнего и среднего ярусов и влажности семян 40-45 %.

По результатам проведённого анализа динамики физиологических процессов выявлено, что первое применение десиканта значительно снизило влажность в листьях растений сои через сутки. Затем листья постепенно подсыхали и, в дальнейшем, на 7-8 день опадали. Опадение листьев в свою очередь инициировало процесс подсыхания стеблей, створок бобов и семян сои. При этом отмечено

ускорение созревания растений на 9 дней по сравнению с контрольными вариантами посевов.

Наиболее выраженное понижение влажности в листьях наблюдалось при втором применении десиканта. П. В. Ятчук [214] отмечает влажность в листьях растений сои 19,4 % на четвёртый день после обработки десикантом. На седьмой день происходило полное опадание листьев. Следует отметить, что по сравнению с контрольными посевами созревание семян сои происходило на семь дней раньше. Однако общий урожай сои зафиксирован на прежнем уровне. Таким образом, проведённые исследования подтвердили целесообразность применения препарата «Реглон супер» именно данной дозой 3 л/га с целью реализации эффективной предуборочной десикации сои.

Кроме того, подобные исследования были проведены на посевах яровой пшеницы с целью изучения воздействия десикации на процесс созревания зерна. В опытных исследованиях был задействован другой десикант – гербицид «Ураган форте» общеистребительного действия. Его применяли в различных дозах: 1,5 л/га; 2,0 л/га; 2,5 л/га; 3,0 л/га с помощью штангового опрыскивателя. Внесение данного препарата было строго в фазу восковой спелости зерна именно по достижении зерном 30 % -ной влажности.

Выявлено, что данный гербицид ускорил процесс высушивания основной массы растений, при этом общая влажность зерна снизилась с 30 % до 13,8-15,2 % [214].

Полученные данные исследований позволили выявить и рекомендовать к применению оптимальную дозу данного гербицида – 2,25-3,0 л/га. Именно такое количество рекомендовано к использованию с соблюдением необходимой оптимальной влажности зерна – не более 30 %. В результате выявлено более быстрое созревание яровой пшеницы на 10-14 дней, а также снижение влажности зерна до уровня 10-12 %. Данные показатели позволяют применить прямое комбайнирование.

Следует отметить исследования А. И. Дряхлова [61], проведённые во Всероссийском научно-исследовательском институте масличных культур

(ВНИИМК), которые выявили, что десикация особенно необходима при поздних сроках сева сои среднепоздних сортов А. И. Дряхлов использовал в исследованиях препарат «Реглон супер» в качестве десиканта дозой 1,5-2 л/га. При достижении влажности соевых семян 40-45 % и побурении бобов нижнего и среднего ярусов произвели обработку данным десикантом. Исследователь акцентировал, что выпавшие при этом осадки через 2 часа после обработки десикантом, не повлияли на его эффективность. Установлено, что для получения наилучших результатов необходимо проводить обработки препаратом при среднесуточной температуре воздуха 14 ° С.

Кроме того, Дальневосточному научно-исследовательскому институту сельского хозяйства удалось разработать необходимые условия искусственной дефолиации посевов сои. В опытных экспериментах был применён сульфат магния ($MgSO_4$). Его применяли именно в фазу жёлтых бобов сои и в период начала их побурения. Результатами зафиксировано, что дефолиация повлияла на процесс созревания сои, он происходит быстрее на 12-14 дней. Кроме того, не выявлено отрицательных воздействий данного метода ни на урожайность соевых семян, ни на их товарные качества.

Метод дефолиации на 8-11 % способен повышать качество посевного материала сои и улучшить обмолот, утверждает В. П. Конечная [82]. Кроме этого, воздействие десикантов на растения сои приводит к обезвоживанию их тканей. Данный процесс ускоряет созревание растений и, конечно, облегчает уборку урожая.

В своих исследованиях Н. Н. Мельников [120] раскрыл механизм действия на растения десикантов. По мнению автора, он состоит в процессе разрушения коллоидов протоплазмы. При этом процессе клетки растений теряют водоудерживающую способность. Следовательно, в растении при этом уменьшается содержание связанной воды, приводящее к усилению процесса испарения воды.

Земледельцы Северной и Центральной Европы, исходя из многолетнего опыта, утверждают, что возможно увеличить урожайность сои на 15-20 %, если

предварительно обработать сою гербицидами на основе глифосата до сбора урожая.

С. В. Сорока [174] утверждает, что увеличение урожайности сои реализуется за счёт применения прямого комбайнирования, а также сокращения потерь урожая при уборочных работах, снижение засорённости.

В исследования Н. С. Шевченко [208] по ускорению созревания бобов сои была применена десикация с использованием растворов «Реглон супер» дозой 2-3 л/га и «Баста» дозой 1,5-2 кг/га, которые применили в фазу побурения бобов в нижнем и среднем ярусах при достижении семенами влажности 40-45 %. Вследствие применения данного метода зафиксировано, что сократилось количество вегетационных дней растений в среднем на 8-10 дней.

Учёные Л. М. Захарова и В. Я. Тихомирова [189] провели опытные эксперименты на льне-долгунце, используя препарат Глиалка (ВР, 360 г/л глифосата кислоты). Территориально опытные исследования были реализованы в Псковской и Тверской областях. Они отмечают, что через три дня визуально заметен результат действия препарата. У растений льна произошло пожелтение листьев, через пять дней зафиксировано пожелтение стеблей. На восьмой день у растений льна возникли чёрные пятна, стебли при этом побурели. На растениях пырея ползучего зафиксированы красные пятна. Учёные констатируют, что таким образом идёт развитие сапрофитов на отмирающих стеблях растений.

Таким образом, экспериментальным путём было установлено, что десикацию товарных посевов льна данным препаратом оптимально проводить через 10 дней после окончания цветения растений, т.е. в фазу зелёной спелости льна. Кроме этого, исследователи отмечают, что десикацию на семенных посевах льна-долгунца следует проводить в начале ранней жёлтой спелости [214]. Отмечено, что уже при первой обработке препаратом получили более раннюю тресту. Волокно при этом зафиксировано повышенной гибкости. Отмечается меньше сорняков. При втором применении препарата фиксируется ускорение созревания семян и повышение их всхожести, что позволяет увеличивать производительность уборочной техники и сушильных пунктов.

Анализируя научную литературу, можно сделать заключение о недостаточности изученности вопроса влияния десикации на посевные качества семян сои, в том числе и в условиях Волгоградской области. Исследование применения десикации на соевых посевах и оценка её воздействия на урожайность, посевные характеристики и качественные показатели семян представляют собой важную и актуальную задачу, требующую дальнейших научных исследований и практического применения.

2 ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ И МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ МЕСТА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ. СХЕМЫ ОПЫТОВ, МЕТОДИКА И АГРОТЕХНИКА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ

2.1 Почвенные условия

Волгоградская область расположена в юго-восточной части европейской территории России, в нижнем течении реки Волги и среднем течении реки Дон, в междуречье. Её географические координаты находятся между 47°26' и 51°15' северной широты, а также 41°11' и 47°26' восточной долготы.

Протяженность области с севера на юг и с запада на восток превышает 400 километров. Общая площадь территории составляет 114,1 тысячи квадратных километров, из которых приблизительно 5,0 миллионов гектаров пригодны для сельскохозяйственной обработки.

Экспериментальные исследования осуществлялись на светло-каштановых почвах. Такие почвы в Волгоградской области составляют порядка 1,6 млн га, что занимает 16,9 % от всей ее площади. Основными почвообразующими породами этих почв служат древне-делювиальные отложения, которые являются лессовидными суглинками и глинами. По механическому составу они относятся главным образом к средним и тяжелым сочетаниям (<https://34.rosstat.gov.ru/> [Электронный ресурс] дата обращения 03.02.2025).

Глубинные почвенные воды находятся в песках и суглинках Ергенинской гряды и довольно активно подлежат дренажу балками, оврагами и Прикаспийской низиной. Расположение подземных вод на глубине около 30-40 метров в почвенном слое, в сочетании с незначительным количеством осадков приводит к формированию непромывного типа почв.

Показатели содержания основных питательных веществ в почве опытного участка следующие: количество азота низкое, варьируется от 36 до 44 мг/кг (по И.

В. Тюрину и М. М. Коновой); обменного калия высокое – от 300 до 350,0 мг/кг; подвижного фосфора среднее – от 30 до 34 мг/кг (по Б. П. Мачигину).

Следует отметить, что в верхних почвенных горизонтах реакция почвенного раствора очень близка к нейтральной или слабощелочной (рН – 6,9). Присутствие поглощённого натрия приводит к уплотнению и расплыванию почвы, что отрицательно сказывается на её физических, аэрационных, водных и других свойствах.

Согласно данным обследования, проведенного Н. Н. Кирпо в 1967 году, почвенный профиль на территории опытной станции «Орошаемая», где изучались технологии выращивания сои, обладает следующими морфологическими, физико-химическими и водно-физическими характеристиками:

- небольшая мощность гумусовых горизонтов (А+В1), редко превышающая 0,35-0,40 м; выраженная солонцеватость, проявляющаяся в наличии обособленного иллювиального горизонта В1; близкое залегание и четкая граница карбонатного горизонта;

- механический состав почвы на исследуемом участке, в соответствии с классификацией Н.А. Качинского (1956), относится к тяжелому суглинку;

- отличительной особенностью данной почвы являются неблагоприятные для растений физико-химические свойства: малое количество – до 2,0 % – гумуса, невысокая емкость поглощения, наличие в поглощающем комплексе натрия, что определяет ее солонцеватость;

- переход от горизонта А к горизонту В1 отличается некоторым снижением концентрации кальция в составе поглощенных катионов, в то время как содержание магния и натрия, напротив, возрастает;

- содержание растворимых в воде солей в почве невелико, однако имеет тенденцию к увеличению по мере углубления в почвенный профиль. Преобладают бикарбонаты, их концентрация значительно выше, чем у сульфатов, и тем более – чем у хлоридов. Наличие хлоридов в верхнем слое почвы в пределах 0,004-0,008 % не оказывает отрицательного воздействия на рост и развитие сельскохозяйственных культур. В водной вытяжке основными катионами являются

кальций, натрий, калий, с незначительным присутствием магния. Согласно общепринятой классификации почв по степени засоленности (Л. И Прасолов, И. П. Антипов-Каратаев и др., 1937), почвы исследуемого участка относятся к категории незасоленных;

- водно-физические характеристики почвы опытного поля соответствуют типичным показателям. Наименьшая объемная масса ($1,34 \text{ г/см}^3$) зафиксирована в гумусовом горизонте, с углублением она увеличивается до $1,40 \text{ г/см}^3$. По мере уплотнения почвы и утяжеления ее механического состава отмечается ухудшение структуры горизонтов и снижение их общей пористости. Пористость относительно невысока и варьируется от 50,0 до 51,8 % в пахотном слое, достигая минимальных значений (40-42 %) в наиболее уплотненных горизонтах В1 и В2. Характерна высокой плотностью верхнего и уплотненностью подпахотного горизонтов, что создает препятствия для проникновения влаги в нижележащие слои. Максимальная гигроскопичность почвы колеблется в диапазоне от 5 до 5,5 %, средний показатель влажности увядания варьирует от 8,4 до 12,0 %, а коэффициент завядания – от 1,3 до 1,7.

Водно-физические свойства светло-каштановой почвы отличаются высокой плотностью, небольшими запасами продуктивной влаги, высоким процентом влажности завядания растений, слабой водопроницаемостью (рисунок 2.1.1 и 2.1.2).

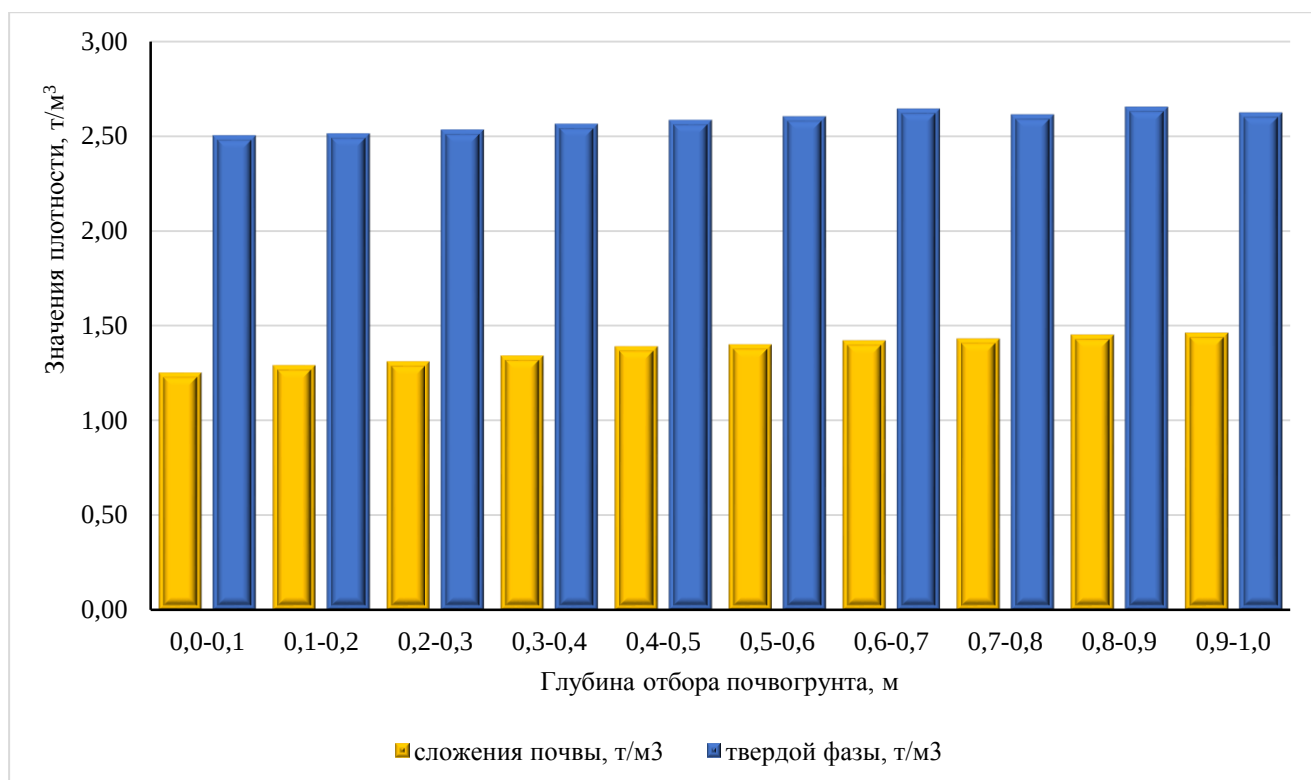


Рисунок 2.1.1 – Плотность светло-каштановой почвы опытного участка, т/м³

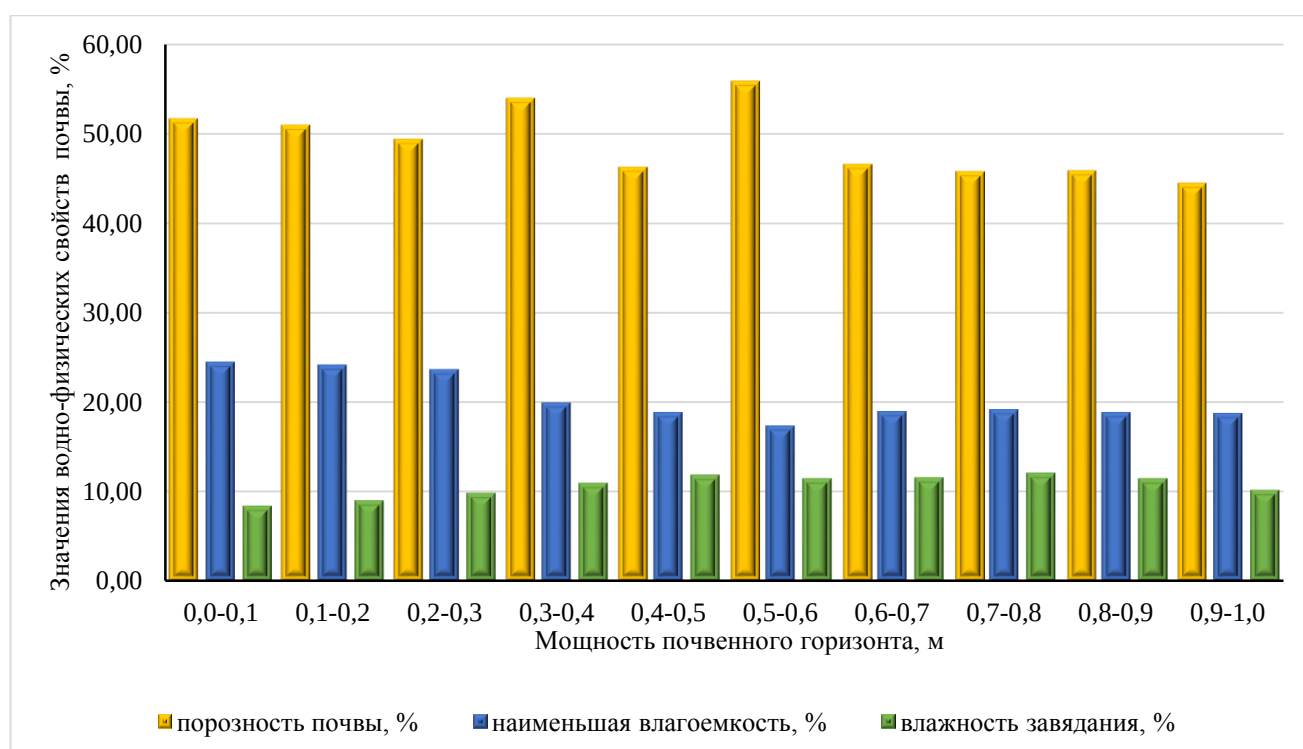


Рисунок 2.1.2 – Значения водно-физических свойств светло-каштановой почвы ОС «Орошаемая»

2.2 Климатические и метеорологические показатели в годы проведения исследований

Наибольшее влияние на рост и развитие сои оказывают климатические факторы, тогда как растение сои не является высокотребовательной культурой к почвам [68, 73, 145, 146].

Формирование климата региона исследований в значительной степени зависит от Азиатского материка и Атлантических циклонов. Азиатский материк со своей стороны направляет воздушные массы в сторону региона, обеспечивая тем самым высокие температуры воздуха летом. Атлантические циклоны в свою очередь приносят смягчающее воздействие.

Кроме того, в Нижнем Поволжье климат формируют и равнины, и открытые территории. Тёплые сухие воздушные массы с большими примесями пылевидных частиц проникают сюда беспрепятственно из Средней Азии (Казахстана) и тропические – с Ближнего Востока. В связи с этим летом в регионе часто бывает очень жарко и сухо. Температура воздуха летом достигает $+34-38^{\circ}\text{C}$, а относительная влажность снижается до значений 10-12 %.

Колебания климата Нижнего Поволжья основываются на удалённости региона от океанских масс, где континентальность распределяется от северо-запада к юго-востоку.

Исходя из многолетних наблюдений, наиболее напряжённым по температуре отмечается месяц – июль. Иногда температура воздуха в сухих районах повышается до 24°C и больше, а в умеренно-засушливом районе она падает до 21°C , достигая абсолютного минимума в окрестностях города Волгограда, по данным метеостанции ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», достигает 42°C [88].

В научных исследованиях автор [88] отмечает, что посев сои был произведён в 3 декаде апреля – 1 декаде мая. В данный период сева среднесуточные температуры воздуха достигали выше $+10^{\circ}\text{C}$. Такие температурные значения воздуха приемлемы для процесса прорастания соевых семян, считает автор.

Аграрии рекомендуют лучшие сроки для посева сои: 1-2 декада мая. Температура поверхности почвы должна быть выше +15 °С. Корректировать сроки посева сои из-за угрозы кратковременных весенних заморозков нет необходимости – в связи с применением орошения заморозки не наносят вреда растениям из-за смягчения микроклимата в посевах.

Т. С. Кошкарлова констатирует [88], что на юге Волгоградской области период без морозов составляет ориентировочно 165-175 дней. Автор отмечает, что соевым растениям нужно необходимое количество тепла, начиная с посева и до полной спелости. Установлено, что в течение периода с мая по сентябрь накапливается в среднем по годам около 3050 °С суммы температур, превышающих + 10 °С. Эта сумма температур позволяет полностью вызревать среднеспелым сортам сои.

За три года наблюдений количество дней с относительной влажностью менее 30 дней за период с мая по сентябрь составили в первый год – 38 дней, во-второй, 47 и третий только 18 дней. Таким образом, по годам исследований отмечается существенное влияние относительной влажности воздуха на продуктивность посевов сои. Исходя из этого относительная влажность воздуха качественно определяет степень влияния погоды на метеорологические условия произрастания сои на данной территории.

Характеристика метеоусловий вегетационных периодов сои (май-сентябрь) в период исследований представлена по данным агрометеорологических наблюдений во Всероссийском научно-исследовательском институте орошаемого земледелия в рисунки 2.2.1, 2.2.2, 2.2.3, 2.2.4 и в приложении Б1-Б3.

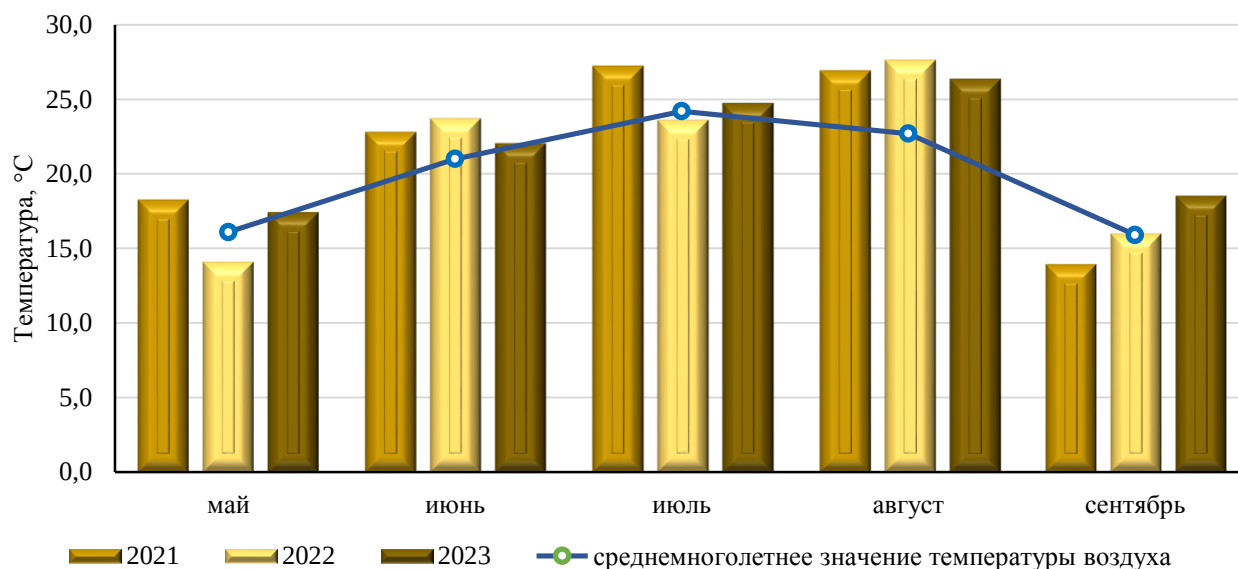


Рисунок 2.2.1 – Показатели температуры воздуха на протяжении вегетационного периода, °C

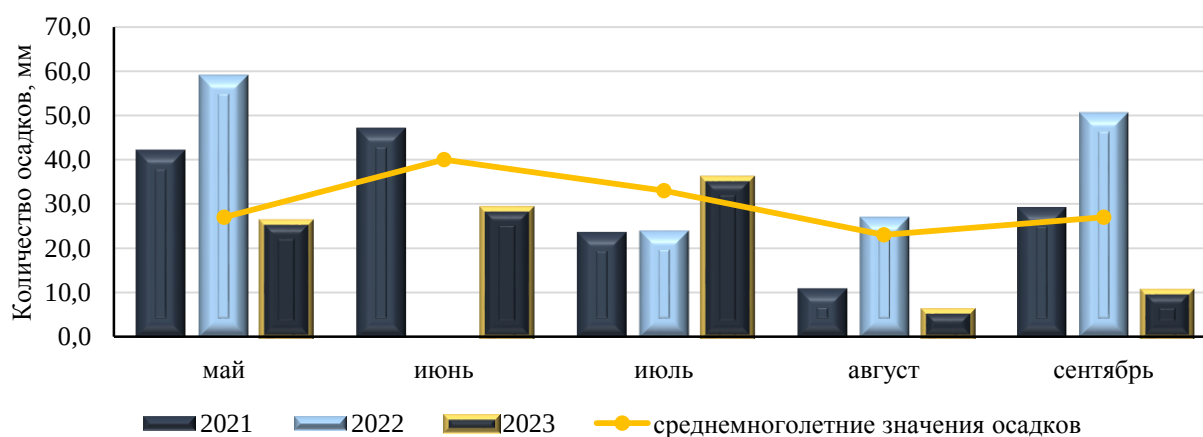


Рисунок 2.2.2 – Сумма выпавших осадков в течение вегетационного периода, мм

По обеспеченности осадками 2021 г. и 2022 годы близки к среднегодовым значениям – 153,6-161,5 мм, соответственно, а 2023 год относится к сухим (106,4 мм) (рисунок 2.2.2). Сумма активных температур выше 10 °C за период с 1 мая по 30 сентября изменялась от 3215,3 °C в 2022 г. до 3348,4 °C в 2021 г.

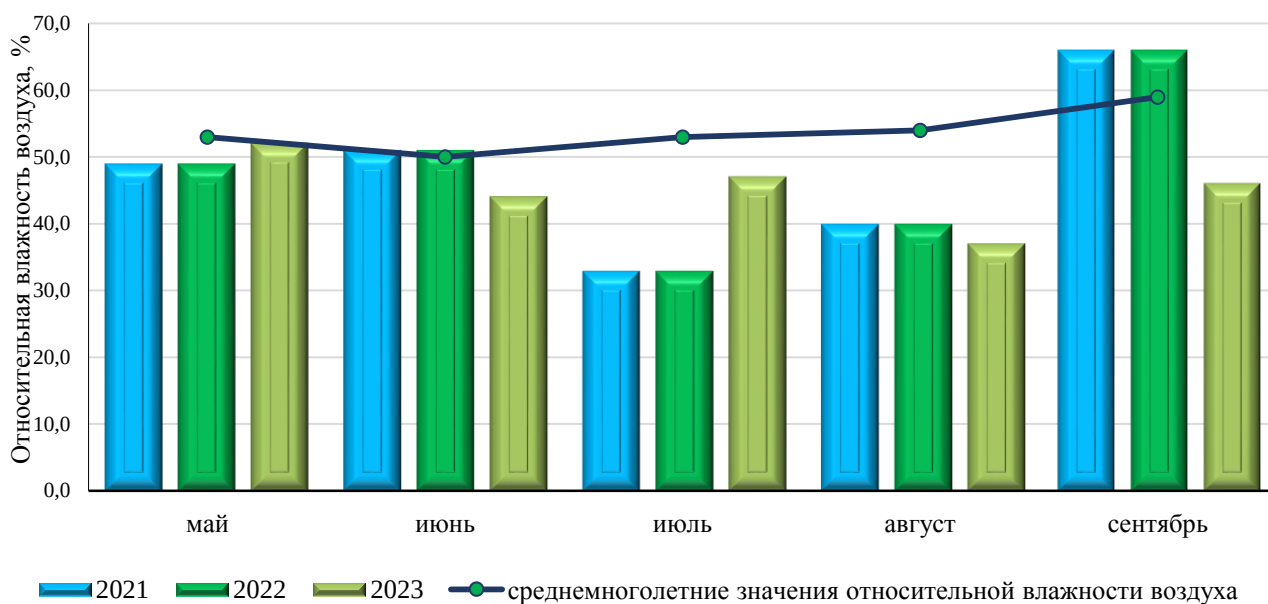


Рисунок 2.2.3 – Относительная влажность воздуха по месяцам за вегетационный период, %

Проанализировав трёхлетние данные метеоусловий, сформировавшихся в годы проведения наших исследований, можно отметить, что складывались достаточно благоприятные погодные условия для растений сои. Кроме того, благоприятными они были и для восполнения дефицита осадков и комплекса с пониженной (30 %) относительной влажностью воздуха при возникновении суховейных явлений. Полученные метеорологические данные подчёркивают достаточное разнообразие погодных условий в период исследований и с достаточной полнотой отражают климатические особенности подзоны светло-каштановых почв. Таким образом, результаты анализа метеорологических условий позволили более глубоко изучить биологию и экологию сои, уточнить режимы орошения по фазам развития культуры в различные по условиям увлажнения годы, а также сделать достаточно точную экстраполяцию результатов исследований на орошаемую зону всего региона.

Относительная влажность воздуха является важным показателем, влияющим на рост и развитие сои. Снижение относительной влажности ниже 30 % оказывает угнетающее влияние на растения, особенно когда это происходит не только днём,

но и в ночные часы. Показатели относительной влажности воздуха в зимний период в регионе составляют в среднем 78, летом – 42 %.

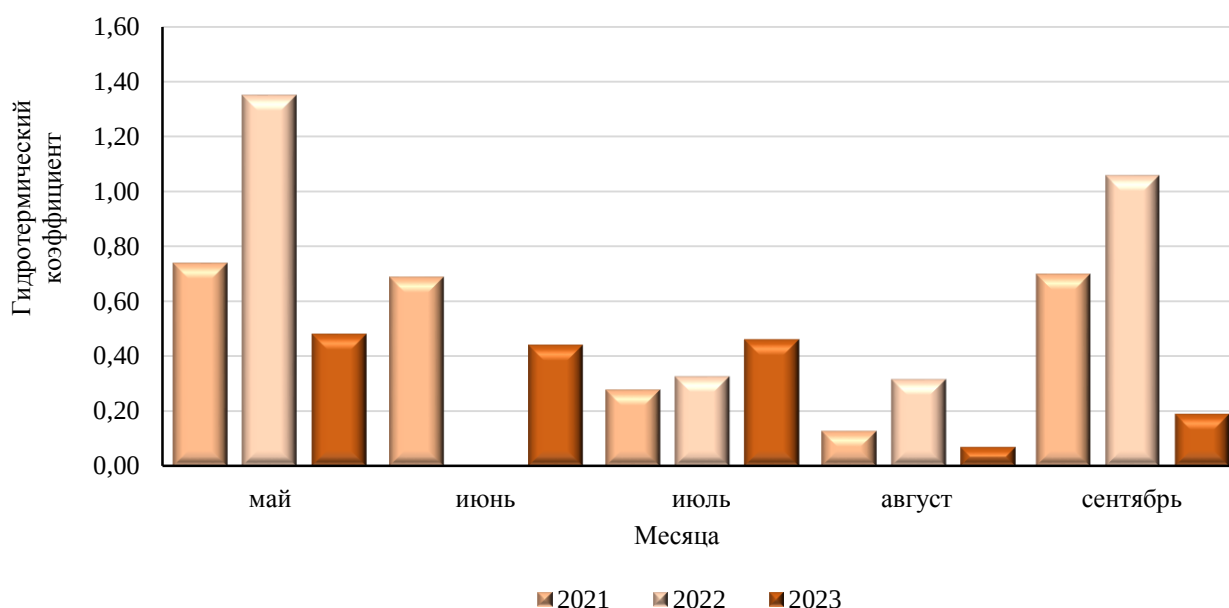


Рисунок 2.2.4 – Гидротермический коэффициент по месяцам за период вегетации, 2021-2023 гг.

Гидротермический коэффициент (по Селянинову) 2021 г. – 0,46, 2022 г. – 0,50, в 2023 г. – 0,32 (рисунок 2.2.4).

За весенне-летний период засушливо-суховейные явления с относительной влажностью менее 30 % отмечаются до 25-50 дней в году, наибольшее проявление снижения влажности отмечается днём, в 13-14 часов. Засушливые явления, наблюдающиеся одновременно с дефицитом влаги в почве, приводят к значительному угнетению сои.

В исследованиях А. Ю. Москвичева [134] отмечается, что засушливые и суховейные явления, сопровождающиеся отсутствием осадков и высокими температурами, приводят к нарушению водного баланса в соевых растениях, наносят непоправимый вред посевам сои, вызывая их полное увядание, гибель. Значительное снижение водного баланса в растениях приводит к уменьшению урожайности.

Учёным также установлено, что только дождевание имеет высокую эффективность в снижении отрицательного эффекта продолжительных засух и суховеев. Применение аэрозольных элементов в конструкции дождевальных машин будет обеспечивать образование мелкодисперсных осадков, тем самым повышая эффективность дождевания [134].

Характерной особенностью регионального климата является значительный дефицит осадков, наиболее это проявляется в южной и заволжской частях области. Согласно среднемноголетним данным, на северо-западе Волгоградской области выпадает за год 400-500 мм осадков, а на юге правобережья – 150-200 мм.

Отмечается значительная неравномерность выпадения осадков по годам и сезонам. Около двух третей осадков наблюдается в течение вегетационного периода, вместе с тем только 25-30 % дождей приходится на самый ответственный период вегетации сои – в мае-июле.

Также негативным фактором в летний период является преобладание ливневого характера дождей. При этом поступление воды с осадками не успевает поглощаться почвой, и значительная её часть воды стекает с полей.

2.3 Схемы опытов, методика и агротехника возделывания сои

Для реализации научных исследований с целью совершенствования элементов технологии возделывания сои была выработана и принята за основу рабочая гипотеза. Основой данной гипотезы являлась реакция бобовых культур на применение комплекса, состоящая из биостимуляторов и фунгицидов, агрохимических препаратов, снижающая заболеваемость растений и влияющая на одновременность созревания бобов в условиях орошения.

Критерием комфортного развития растений сои принят максимум формируемой урожайности культуры, эффективного производства зерна – минимум затрат ресурсов при допустимом снижении урожайности не более 10 %.

В опытах применяли агротехнику возделывания сои для условий орошения, разработанную во Всероссийском НИИ орошаемого земледелия и в Волгоградском

ГАУ, в частности, И. П. Кружилиным [90], И. П. Кружилиным, Н. П. Саенко [93, 96], И. П. Кружилиным, Л. С. Кальяновым [98], а также Г. О. Чамурлиевым, В. В. Толоконниковым, О. Г. Чамурлиевым [203].

Предшествующей культурой в наших исследованиях была озимая пшеница. Осенью, после уборки предшественника, была проведена зяблевая вспашка глубиной 0,25-0,27 м. Далее весной проведено боронование, две культивации на глубину 0,08-0,10 м и 0,05-0,06 м с одновременным боронованием в агрегате [88]. Под основную обработку внесены рекомендованные под сою полные нормы фосфорных и калийных удобрений – $P_{90}K_{60}$ кг д.в. Под первую культивацию были внесены азотные удобрения в количестве 90 кг по действующему веществу [203]. Борьбу с сорной растительностью проводили с использованием гербицида почвенного действия Гезагард (доза 2-3 л/га).

Для посева были выбраны подходящие для культуры сои сроки – это I-II декада мая, с учётом температуры почвы 12- 14 °С на глубине заделки семян. Посев был проведён сеялкой MaterMakk с шириной междурядий 0,70 м, нормой высева 600 тыс. всхожих семян на га. В опытах высевался районированный сорт сои Волгоградка 2. После посева проводили прикатывание кольчато-шпоровыми катками ЗКШ-6.

Поливы проводили дождевальным агрегатом фирмы Вауер (шлангово-барабанная консоль).

Режимы орошения были выбраны нами с учётом результатов исследований, касающихся режимов орошения сои, выполненных в различных почвенно-климатических зонах России, проведённых П. Е. Губановым, К. П. Калибердой, В. Ф. Кормилициным [55]; А. К. Лещенко [110]; Е. Х. Хасеновым [200]; М. А. Цветковой, Р. А. Теремяевой [201], а также выполненные в нашей зоне учёными, в числе которых И. П. Кружилин, Л. С. Кальянов [98]; И. П. Кружилин, Р. Г. Кальянова, Ю. Д. Губаюк [75, 95]; В. В. Бородычев, М. Н. Лытов, А. М. Салдаев, Д. А. Пахомов [176].

Уборку урожая сои проводили комбайном «Нива» в фазу полной спелости, применяли прямое комбайнирование на пониженном срезе, влажность зерна при этом составляла 14 %.

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

Опыты были выполнены по 3-х факторной (опыт 1) и 2-х факторной (опыт 2) схемам.

Опыт 1 включал:

Фактор А включал 2 варианта предпосевной инокуляции семян:

А₁. Контроль (без обработки).

А₂. Предпосевная инокуляция комплексной смесью биопрепаратов – Импровер (20 мл/т), Геостим ФитГ (5 л/т) и Гумэл Супер (1 л/т). Обработка семенного материала осуществлялась в день посева сои.

Фактор В включал 2 варианта водного режима почвы:

В₁. Поддержание дифференцированной влажности почвы на уровне 70-80-70 % НВ (контроль) по схеме:

- в период от посева до конца ветвления – 70 % НВ в слое 0,4 м;
- 80 % НВ – от начала цветения до конца налива зерна в слое 0,6 м;
- не ниже 70 % НВ в слое 0,6 м в фазы от конца налива до полной спелости зерна.

В₂. Поддержание влажности почвы не ниже 80 % НВ в период от посева до конца ветвления в слое 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 (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 проводился методом расщеплённых делянок. Площадь делянок по фактору А составляла 756 м², по фактору В – 378 м². Повторность опыта – трехкратная.

Опыт 2 по изучению предуборочной десикации посевов сои осуществлялся по 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 30 % концентрации в дозировке 21 л/га).

Обработку десикантами проводили за две недели до предстоящей уборки.

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

Опыты сопровождалось следующими учётами, наблюдениями и исследованиями:

1. Проведены фенологические наблюдения за развитием и ростом растений сои на протяжении всего их периода вегетации. Зафиксированы даты наступления основных фаз вегетации растений сои в соответствии с «Методическими рекомендациями по проведению наблюдений на опытах по агротехнике сои / ВНИИМК» [124] и «Методическими указаниями по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса»: всходы, третий лист, ветвление, цветение, формирование бобов, налив бобов, созревание [125].

2. Учет микробиологической активности почвы по разложению естественных источников целлюлозы определяли методом закапывания льняных лоскутков [153].

3. Наблюдения за развитием клубеньковых бактерий проводились на 10 растениях путем отмывания почвенного монолита, подсчета и взвешивания клубеньков по методике Г. С. Посыпанова [152].

4. Проведён расчёт объемной массы почвы по следующей формуле [33]:

$$d = \frac{p \times 100}{(100 + W_{\text{г}}) \times V}, \quad (1)$$

где d – объемная масса почвы, г/см³;

p – вес влажной почвы в бурике, г;

V – объем бурика, см³;

W – расчетная влажность почвы, %.

5. Определены агрофизические свойства почвы пиктометрическим методом с отбором почвенных проб буром Качинского [33].

6. Определены водно-физические показатели почвы. Исходя из значений объёмной массы почвы и её полевой влажности были установлены запасы влаги в почве. Почвенные запасы влаги были определены при помощи термостатно-весового метода, где были взяты пробы почвы через каждые 0,1 м до глубины активного слоя в 3-х кратной повторности [33].

Сроки оценки полевой влажности почвы соотносили с основными фазами развития и роста растений сои и с проведением вегетационных поливов, что позволило регулировать поливную норму.

Расчёт вылитого количества воды (поливная норма) производили по формуле А. Н. Костякова [87]:

$$M = 100 \times H \times a \times (W_{\text{НВ}} - W_{\text{П}}), \quad (2)$$

где M – количество воды за один прием (поливная норма), м³/га;

H – мощность активного слоя, м;

V – объем бурика, см³;

a – объемная масса почвы, г/см³;

$W_{\text{НВ}}$ и $W_{\text{П}}$ – значения влажности увлажняемого слоя почвы при НВ и перед поливом, % от массы абсолютно сухой почвы» [88].

7. Расход воды растениями сои проводили расчетным методом водного баланса с учетом существующего запаса влаги в почве в метровом слое как в начале, так и в конце вегетационного периода, общего количества воды с учетом выпавших осадков за вегетацию по следующей формуле [87]:

$$E = M + 10P + (W_0 - W_1), \quad (3)$$

где E – суммарное водопотребление, м³/га;

P – количество осадков с мая по сентябрь, мм;

M – общее количество воды (оросительная норма), м³/га;

W_0 – сформированные запасы влаги в почве в начале вегетации, м³/га;

W_1 – остаточный запас влаги в почве.

8. Количество воды на одну тонну полученной продукции рассчитывали по следующей формуле [87]:

$$K_v = \frac{E}{Y}, \quad (4)$$

где K_v – коэффициент водопотребления, м³/т;

E – общее количество воды за вегетационный период (суммарное водопотребление), м³/га;

Y – урожайность, т/га.

Для выявления агрохимической классификации почвы опытного участка рассчитывали следующие показатели:

- содержание гумуса в почве (по методу И. В. Тюрина в модификации ЦИНАО ГОСТ 26213-84);

- содержание доступных для растений элементов питания: легкогидролизуемого азота, подвижного фосфора и обменного калия (в соответствии с ГОСТ 26205-91, ГОСТ 26489-85) [159].

- рН водной вытяжки (ГОСТ 26483-85).

9. Определена степень поражения посевов сои вредителями и болезнями в фазу цветения растений сои и перед созреванием. Согласно методическим указаниям по проведению полевых агротехнических опытов с соей и наблюдений в них (В. Н. Плешаков, 1983) [149], выявляли устойчивость растений сои к болезням, применяя пятибалльную шкалу методики ВИР (1975, 1981), ВНИИМК [124].

10. Согласно методике лаборатории фотосинтеза института физиологии растений, изложенной Ничипоровичем А. А. в работе «Основы фотосинтетической продуктивности растений» [140], проведены и изучены фотосинтетические

наблюдения за растениями сои, а именно:

а) определяли площадь листовой поверхности растений сои, применяя весовой метод, т.е. обрывали и производили взвешивание листьев отобранных образцов.

Площадь листьев растений сои определяли по следующей формуле [139, 140]:

$$S = P \times S_1 \times n / P_1, \quad (5)$$

где S – общая площадь отобранной навески, см²;

S_1 – значения площади листа из одной высечки, см²;

n – общее число высечек, шт.;

P – суммарная масса листьев, г;

P_1 – значения массы высечек, г.

б) осуществляли подсчёт значения нарастания сухой биомассы, систематически отбирая растительную массу каждые 10 дней на площади 0,25 м², затем взвешивали и разделяли её на разные фрагменты (листья, стебли, черешки, ветви).

в) определяли фотосинтетический потенциал (ФП): площадь листьев выражали листовым индексом, который показывает, во сколько раз площадь посева превышает площадь 1 гектара.

Фотосинтетический потенциал (ФП) – это показатель суммарной площади листьев и времени её функционирования. Определяли фотосинтетический потенциал как сумму средней площади листьев в динамике. Фотосинтетический потенциал (ФП) обозначается в млн м²дн/га и вычисляется по увеличению во времени средней площади листьев ($L_{1...x}$) по фазам развития ($T_{1...x}$) [139, 140]:

$$\text{ФП} = (L_1 + L_2) \times T_1 + (L_1 + L_2 + L_x). \quad (6)$$

г) рассчитывали чистую продуктивность фотосинтеза, вычисляли её следующим образом [139, 140]:

$$\text{ЧПФ} = \frac{B_2 - B_1}{\text{ФП}}, \quad (7)$$

где (B_2-B_1) – увеличение сухой биомассы за определенное количество дней, г [109].

11. Для определения влажности зерна применяли влагомер Unimeter Digital.

12. Проведена математическая обработка данных урожайности зерна сои дисперсионным методом, с использованием методики полевого опыта по Б. А. Доспехову [60].

13. Рассчитана стоимостная оценка технологии возделывания сои согласно технологическим картам, посредством сравнения затрат на производство, с учетом уборки урожая сои, а также переработки дополнительной продукции с её закупочной стоимостью. При оценке экономической эффективности возделывания сои использовали работу В. М. Иванова «Агроэнергетическая оценка технологии возделывания сельскохозяйственных культур» [71].

14. Определена энергетическая оценка технологии возделывания сои согласно методике биоэнергетической оценки эффективности технологий в орошаемом земледелии, представленной В. М. Ивановым [71], Н. С. Мезенцевым [119], и в соответствии с «Методикой биоэнергетической оценки технологии производства продукции растениеводства / ВАСХНИЛ» [122].

15. Определены качественные показатели, такие как сырой протеин, накопленный семенами сои, используя фотометрический индофенольный метод, а также сырой жир – по обезжиренному остатку, фосфора и калия – в соответствии с ГОСТ 26657-97 и ГОСТ 305 04-97. Данные исследования были проведены в лаборатории массовых анализов Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого земледелия.

3 СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРИЁМОВ ИНОКУЛЯЦИИ СОИ КОМПЛЕКСОМ БИОПРЕПАРАТОВ ПОСЛЕДНЕГО ПОКОЛЕНИЯ

3.1 Эффективность предпосевной инокуляции семян сои в опытах

Биологическая фиксация азота, осуществляемая симбиотическими азотфиксирующими микроорганизмами в ризосфере растений, является ключевым процессом в глобальной азотфиксации и одним из центральных объектов изучения в агробиологии и экологии. Изучение данного процесса, впервые описанного в конце XIX века, продолжает оставаться одной из наиболее актуальных и интенсивно изучаемых проблем в современной биологии и сельском хозяйстве (Карпунина, 2005).

Значимость симбиотической азотфиксации была признана благодаря исследованиям Ж. Б. Буссенго, который в 1888 году открыл возможность к закреплению азота из воздуха атмосферы у зернобобовых культур. Чуть позже, в 1889 году, Г. Гельрикель и Г. Вильфорт отметили значимую роль клубеньков, представленных бактериями в этом процессе, отметив, что они преобразуют атмосферный азот из воздуха в минеральное соединение в доступное для растительного организма форму – аммиачную (Ягодин, 1970).

Приёмом закрепления азота из воздуха в почве плотно занимались выдающиеся учёные, такие как М. Бейерник, М. С. Воронин, С. Н. Виноградский, В. Л. Омелянский, Д. Н. Прянишников и многие другие. Их работы заложили фундамент для понимания молекулярных и экологических механизмов симбиоза растений и микроорганизмов, что позволило значительно расширить горизонты агрономической науки и практики.

В условиях интенсификации современного земледелия симбиотическая азотфиксация бобовых культур приобретает особую значимость, выступая как мощный и экологически чистый механизм круговорота азота. Этот процесс обеспечивает растения необходимым элементом питания, способствуя повышению

урожайности и устойчивости агроэкосистем (Дронова, 1995; Егорова, 2001; Демченко, 2003).

Усиление закрепления азота в посевах бобовых, в частности сои, определяется целым комплексом воздействия различных факторов, а именно: природные условия и степень совершенствования агротехнических приёмов, биологических и биогенетических характеристик сорта, а также различные штаммы клубнеобразующих бактерий. Эти условия в совокупности определяют эффективность симбиоза и, следовательно, продуктивность азотфиксации [177, 180, 216, 218].

Семена сои по сравнению с остальными с/х культурами обладают высоким содержанием белка, что способствует повышенной потребности данного растения в доступном азоте. В целом она удовлетворяется за счёт процесса совместной азотфиксации – своеобразного метаболического процесса, в воспроизводимой специализированным штаммом клубеньковых бактерий. Благоприятное действие растительного и микробиологического взаимодействия приводит к количественному и качественному изменению биологического ассортимента почвенной биоты, которая способствует появлению на корнях сои округлых или шаровидных наростов, таких как клубеньки. Поэтому общая масса и количество клубеньков на одно растение, с дальнейшим перерасчётом на общую площадь выращивания, служат суммарным показателем наличия азотфиксации.

В наших исследованиях, приведённых в виде диссертации, реализовано подробное изучение по массе и количеству сформированных клубеньков по изучаемым вариантам эксперимента. Этот анализ позволил нам оценить влияние различных факторов на формирование и функционирование клубеньков, а также на общую продуктивность симбиотической системы. Полученные результаты имеют важное значение для оптимизации агротехнических приёмов возделывания сои и повышения ее азотфиксирующей способности, что, в свою очередь, способствует устойчивому развитию сельского хозяйства и снижению зависимости от внешних источников – азотных удобрений (таблица 3.1.1).

Следует отметить, что наибольшее количество клубеньков в штуках на одно растение было отмечено в 2023 и 2021 годах, а наименьшее количество их наблюдалось в 2022 г., что объясняется худшими условиями формирования клубеньков. Подобная ситуация отмечалась и по массе клубеньков с растения.

Таблица 3.1.1 – 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
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
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

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 – были на комплексной дифференциации режима орошения (70-80-70 % НВ) на вариантах без предпосевной обработки

семян (инокуляции). 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 почвы на уровне 80 % НВ без проведения инокуляции количество клубеньков колебалось от 16 до 23 шт. на растении с массой в 0,129-0,157 г. Использование инокуляции на обозначенном выше режиме орошения повышало их количество 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, наилучшим вариантом из изучаемых нами, следует признать применение биокомплекса в баковой смеси препаратов – Геостим ФитЖ, БФТИМ, Импровер, Гумэл Люкс и Гумэл БорМолибден в фолитарную обработку, что при поддержании влажности почвы на уровне 80 % НВ на вариантах с использованием предпосевной обработки семян (инокуляции) давало за три года 29 шт. клубеньков на растении с их массой 0,216 г.

3.2 Микробиологическая активность орошаемой светло-каштановой почвы

Особенно важна для растений микробиологическая активность почвы. Её важность заключается в регуляции биохимических процессов, в способности скапливать необходимые питательные элементы, в способности их видоизменять в доступные для растений формы. Также она способна установить степень сопряжённости данных происходящих процессов с периодами формирования растений. Совокупность данных процессов позволяет максимально обеспечить потребности растений в нужных элементах питания. Кроме того, микробиологическая активность почвы оказывает значительное влияние на интенсивность гумусообразования, что, в свою очередь, обуславливает потенциальное и фактическое почвенное плодородие. Кроме того, оказывает положительное влияние на экологический баланс и его сохранность, а также отмечено увеличение эффективности с/х производства (А. В. Тульянский с соавт.,

2012; А. Г. Ступаков, 2014; Мониторинг и прогнозирование..., 2017; Л. С. Титовская, Е. Г. Котлярова, 2018; Research of development..., 2018; A. G. Stupakov et al., 2019).

Для реализации эффективной работы почвенной биоты необходимо применить сочетание органического вещества и азота с растительными остатками включительно, совместно с органическими и минеральными удобрениями. Это способствует созданию оптимальных условий для развития микроорганизмов и поддержания их популяции (В. Г. Минеев с соавт., 2004; Р. Ф. Байбеков с соавт., 2012; А. И. Титовская, 2016; А. И. Титовская, А. В. Ширяев, 2017; Л. Н. Кузнецова с соавт., 2017; А. Г. Ступаков с соавт., 2017; С. А. Линков с соавт., 2017).

Почву можно отнести к уникальнейшей экосистеме, включающей множественное разнообразие необходимых микроорганизмов. Их значимость состоит в функции разложения органических остатков на более простые минеральные и органические соединения. С их участием реализуется синтезирование высокомолекулярных соединений. Некоторые высокомолекулярные соединения способны аккумулировать питательные вещества в почве в виде запасов, к примеру, перегнойные кислоты. Следовательно, для повышения почвенного плодородия и урожайности необходимо уделять особое внимание питанию микроорганизмов, созданию благоприятных условий для их развития и увеличению их популяции в почве [52].

Уровень биологической активности почвы зависит от множества факторов.

Известно, что на агрофизические свойства почвы оказывает влияние количественное значение органического вещества. Именно оно благоприятным образом реализует деятельность данных микроорганизмов, оказывает значительное воздействие на почвенную влажность, её структурность, на её воздушный режим и режим тепловой. Также биологическая активность почвы напрямую связана с наличием в грунте обязательно свежего органического вещества, желательно ещё не разложившегося. Для почвенных микроорганизмов оно отлично подходит как «кормовая база». Такой процесс видоизменения

органического вещества можно отнести к одному из ключевых факторов, значительно влияющим на активную способность почвенной микрофлоры.

Для почвенной биоты и её активизации ещё одним значимым фактором можно отметить доступность элементов питания. Регулируется данный процесс внесением минеральных удобрений и применением способа инокуляции семян [181].

Исходя из отмеченных выше факторов, можно сделать вывод, что они совместно способны влиять на процессы минерализации и гумификации, их интенсивность и направленность. Также можно отметить влияние данных факторов на процессы биологической активности почвы, на процесс накопления питательных элементов именно в доступных для растений формах. В совокупности это влияет на характер продукционного процесса.

Известно, что биологическую активность почвы принято оценивать по деятельности почвенных микроорганизмов, как и практикуется аграриями. Определяют значения их общей биогенности исходя из общего количества и качественного состава почвенной микрофлоры. Следует отметить существование и иных методов определения биологической активности почвы. Но они не предоставляют информации о текущем состоянии микробиоты и не раскрывают её пространственно-временную динамику. Конечно, всё зависит от поставленных задач перед учёными и практиками и уровня организации их работы.

На данный момент одним из наиболее достоверных показателей общей биологической активности почвы можно отметить деятельность целлюлозоразрушающих микроорганизмов. Её можно выявить, определив степень распада и убыль сухой массы льняной ткани, выдержанной в течение заданного времени в почве. Именно этот метод был применён в рамках нашего диссертационного исследования с целью оценки воздействия предпосевной инокуляции семян сои и их фолиарной обработки на активную способность почвенных микроорганизмов.

Микробиологическая способность почвы изучалась методом закапывания льняных лоскутков ткани на глубину горизонта доступного промачивания до 0,6 м

[153]. Итоги этого процесса определялись через каждые 0,10 м, т.е. в следующих горизонтах почвы 0,0-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30; 0,30-0,40; 0,40-0,50; 0,50-0,60. Предпосевная обработка бактериальными препаратами осуществлялась в момент проведения посева [103, 128, 132].

Таблица 3.2.1 – Динамика состояния полотен на глубине 0,60 м в зависимости от инокуляции семян и режимов орошения, среднее за 2021-2023 гг.

Слой почвы, м		Средний вес полотна до закладки по слоям почвы, г	Вес полотна после закладки, г			Разница в весе полотна, г		
			15 суток	30 суток	45 суток	15 суток	30 суток	45 суток
70-80-70 % НВ								
без инокуляции								
0,00-0,20	3,50	3,12	1,90	0,95	0,38	1,60	2,55	
0,20-0,40	3,42	3,04	2,09	0,92	0,38	1,33	2,50	
0,40-0,60	3,28	2,92	2,00	0,89	0,36	1,28	2,39	
0,00-0,60	10,20	9,08	6,22	2,75	1,12	4,18	7,45	
с инокуляцией								
0,00-0,20	3,67	3,19	2,17	0,92	0,48	1,50	2,75	
0,20-0,40	3,63	3,12	2,14	0,91	0,51	1,49	2,72	
0,40-0,60	3,56	3,10	2,10	0,89	0,46	1,46	2,67	
0,00-0,60	10,86	9,45	6,41	2,72	1,41	4,45	8,14	
80 % НВ								
без инокуляции								
0,00-0,20	4,25	3,70	2,51	1,15	0,55	1,74	3,10	
0,20-0,40	4,20	3,65	2,48	1,13	0,55	1,72	3,07	
0,40-0,60	4,15	3,61	2,45	1,12	0,53	1,70	3,03	
0,00-0,60	12,6	10,96	7,43	3,40	1,64	5,17	9,20	
с инокуляцией								
0,00-0,20	4,60	4,00	2,67	1,10	0,60	1,93	3,50	
0,20-0,40	4,35	3,78	2,52	1,04	0,57	1,83	3,31	
0,40-0,60	4,30	3,74	2,49	1,03	0,56	1,81	3,27	
0,00-0,60	13,25	11,53	7,69	3,18	1,72	5,56	10,07	
2021 г.	НСР ₀₅ по фактору А				0,03	0,02	0,13	
	НСР ₀₅ по фактору В				0,03	0,02	0,11	
	НСР ₀₅ по фактору АВ				0,04	0,02	0,13	
2022 г.	НСР ₀₅ по фактору А				0,05	0,04	0,05	
	НСР ₀₅ по фактору В				0,11	0,09	0,11	
	НСР ₀₅ по фактору АВ				0,10	0,08	0,10	
2023 г.	НСР ₀₅ по фактору А				0,06	0,05	0,06	
	НСР ₀₅ по фактору В				0,10	0,08	0,10	
	НСР ₀₅ по фактору АВ				0,08	0,06	0,08	

К тому же необходимо измерять и сопоставлять динамику нахождения этих лоскутов ткани при отличающихся между собой уровнях влагообеспеченности почвы в течение определенного времени (15; 30; 45 дней), что позволит сделать

развёрнутую оценку по действию предпосевной обработки семян (инокулянт) и внекорневой обработки посевов при различных водных режимах на активизацию почвенной биоты (таблица 3.2.1) [3, 4, 131, 133].

На основании данных, представленных в таблице, можно констатировать, что наиболее интенсивный процесс разложения полотен наблюдался в пахотном горизонте на глубине 0,00-0,20 м. Динамика разложения ткани в этом слое была максимальной при трёх различных временных интервалах (15, 30 и 45 суток). Подпахотный слой на глубине 0,20-0,40 м характеризовался второй по интенсивности степенью разложения, что прослеживалось для всех трёх сроков экспозиции. Наименьшая степень разложения была зафиксирована в горизонте 0,40-0,60 м.

В процессе экспозиции полотна в почве наблюдалось последовательное снижение его массы. Наибольшая разница в весе была отмечена на 45-е сутки экспозиции, что свидетельствует о полном разложении полотна в этом слое.

Полученные данные о динамике изменения массы полотна позволяют оценить интенсивность биodeградации материала в различных почвенных горизонтах.

Анализ весовых потерь полотна по профилю почвы до глубины 0,60 м показал наименьшую разницу в 7,45 г для варианта с дифференцированным водным режимом и без предпосевной инокуляции семян. В случае проведения инокуляции при аналогичном режиме водного питания разница составила 8,14 г. При поддержании предполивного порога влажности на уровне 80 % наименьшая разница в весе полотна 9,20 г была зафиксирована в варианте без инокуляции. Однако максимальная разница в 10,04 г была достигнута в этом же варианте водного режима, но с проведением инокуляции семян.

Различие в весовых показателях полотна позволяет сделать вывод о степени его биodeградации под воздействием микроорганизмов, присутствующих в почве. Полученные результаты свидетельствуют о значительном влиянии водного режима и предпосевной инокуляции на скорость разложения материалов в почве (таблица 3.2.2).

Таблица 3.2.2 – Уровень разложения полотен в светло-каштановой почве в зависимости от изучаемых факторов и степенью экспозиции, среднее за 2021-2023 гг.

Слой почвы, м		Разложение полотна, %			Средний % разложения полотна
		15 суток	30 суток	45 суток	
70-80-70 % НВ					
без инокуляции					
0,00-0,20		10,86	45,71	72,86	43,12
0,20-0,40		11,11	38,88	73,10	41,00
0,40-0,60		10,98	39,02	72,87	40,96
0,00-0,60		10,98	40,98	73,04	41,67
с инокуляцией					
0,00-0,20		13,08	40,87	74,93	42,96
0,20-0,40		14,05	41,05	74,93	43,34
0,40-0,60		12,92	41,01	75,00	42,98
0,00-0,60		12,98	40,98	74,95	42,97
80 % НВ					
без инокуляции					
0,00-0,20		12,77	40,96	73,01	42,25
0,20-0,40		12,94	40,94	72,94	42,27
0,40-0,60		13,10	40,95	73,10	42,38
0,00-0,60		13,02	41,03	73,02	42,36
с инокуляцией					
0,00-0,20		13,04	41,96	76,09	43,70
0,20-0,40		13,19	42,07	76,09	43,78
0,40-0,60		13,02	42,09	76,05	43,78
0,00-0,60		14,92	41,96	76,00	44,29
2021 г.	НСР ₀₅ по фактору А	0,33	0,32	0,43	
	НСР ₀₅ по фактору В	0,27	0,26	0,35	
	НСР ₀₅ по фактору АВ	0,33	0,32	0,43	
2022 г.	НСР ₀₅ по фактору А	0,60	0,19	0,12	
	НСР ₀₅ по фактору В	0,49	0,16	0,10	
	НСР ₀₅ по фактору АВ	0,60	0,19	0,12	
2023 г.	НСР ₀₅ по фактору А	0,29	0,24	0,29	
	НСР ₀₅ по фактору В	0,16	0,13	0,16	
	НСР ₀₅ по фактору АВ	0,87	0,71	0,87	

Наблюдая за процессом разложения полотна в разные временные периоды – 15, 30 и 45 суток – можно отметить, что динамика разложения существенно варьировалась в зависимости от выбранного временного отрезка. В начальный период наблюдения, характеризующийся 15-дневным интервалом, интенсивность разложения составила от 11 до 13 %. В последующие 30 суток средний процент разложения полотна находился в диапазоне от 39 до 42 %, а к 45-му дню наблюдения данный показатель достиг значений 73-76 %.

Таким образом, можно констатировать, что воздействие почвенных организмов на полотно отслеживается наиболее усиленно при применении такого способа, как инокуляция семян и при благоприятном режиме орошения, который составляет 80 % от НВ. В конечном итоге, при таком уровне влажности почвы на глубине 0,0-0,60 м было получено максимальное значение 44,29 %, что, вероятно, способствовало более активному разложению органического материала.

3.3 Фолиарная обработка посевов сои, основные виды ее болезней и меры профилактической борьбы

Для достижения максимальной продуктивности агротехнического сообщества сои необходимо постоянно добиваться эффективного функционирования симбиотического аппарата этого растения по закреплению атмосферного азота в почве. Всё это осуществимо при учёте непростых связей между растением – бактериями – азотфиксатором *Rhizobium japonicum*. Эффективность такого процесса зависит не только от их количества, но и от состояния, т.е. вирулентности [148].

На сое зарегистрированы многочисленные болезни, вызываемые грибами, бактериями и вирусами. В нашей стране особой вредоносностью отличаются болезни всходов, увядания растений, а при сильном поражении листовой поверхности и болезни, вызывающие пятнистости листьев. Семядольный бактериоз и фузариоз семян и всходов вызывают сильную изреженность посевов [104, 142, 147, 166, 169, 178, 185].

К числу вредоносных болезней при массовом их распространении относят увядания. Причиной увяданий могут быть разные возбудители. На юге страны широко распространены: пепельная, белая и серая гнили, встречаются фузариозное и бактериальное увядания. Вред, причиняемый болезнями, зависит от условий внешней среды, биологии паразита и от генетических особенностей возделываемых сортов.

В условиях орошения создаются благоприятные условия не только для сои, но и для распространения болезней и сорных растений, которые наносят существенный вред посевам сои и снижают урожайность в несколько раз.

Болезни сои наносят её посевам большой вред в основном в период вегетации.

Препараты против заболеваний различных сельскохозяйственных культур применялись по следующему принципу: 90 % всех препаратов использовались в профилактических целях (до появления первых признаков или симптомов заболеваний) и всего на 10 % стратегия применения фунгицида носило лечебный характер.

Сегодня профилактические меры в защите растений приобрели особую важность. Успешные сельхозтоваропроизводители и частные фермерские хозяйства предпочитают не ждать проявления симптомов болезней, а активно применяют внекорневые подкормки (фолиарные обработки), направленные на предупреждение заболеваний [221].

В ходе диссертационного исследования для внекорневых подкормок были испытаны следующие препараты:

1. Колосаль Про – выпускаемый химической промышленностью и имеющий действующее начало Пропиконазол, 300 г/л и тебуконазол, 200 г/л. Выпускается в виде концентрата эмульсии, где производителем является фирма Август. Его регистрация оканчивается 10 февраля 2031 года.

Химический класс – триазолоны – со способом проникновения в виде системного пестицида, относящегося к защитным или лечебным фунгицидам.

В целом Колосаль Про – двухкомпонентный системный фунгицид для защиты многих зерновых и зернобобовых культур от основных микозных заболеваний. В целом препарат отмечается довольно широким спектром подавления патогенов для зерновых и технических культур, который рекомендуется применять методом опрыскивания на начальных стадиях развития болезней при проявлении первых признаков.

Максимально высокая фунгицидная активность данного препарата достигает комбинации двух действующих веществ – тебуконазола и пропиконазола. При этом осуществляются следующие преимущества:

- данный препарат подавляет на посевах инфекцию в течение 4-5 недель посредством высокой проникающей способности и устойчивости к естественным осадкам;
- отсутствие резистентности у патогенных организмов при точном соблюдении рекомендуемых дозировок препарата;
- характеризуется быстротой фунгицидного действия, обладает отличными системными свойствами и отличается длительным периодом защиты.

Колосаль Про разрешён Государственным каталогом пестицидов и агрохимикатов, рекомендован для борьбы с основными болезнями сои в период вегетации (альтернариоз, аскохитоз, септориоз и некоторые другие). Норма расхода препарата – 0,4-0,6 л/га.

2. Билатор – модернизированный природный минерал, который представляется аналогом бишофита, добываемого в Волгоградском регионе южной его части у населённого пункта Чапурники Светлоярского района. Он залегает на глубине 800 м и мощность этого слоя составляет 600 м. Сам бишофит представляет из себя отложение древнего моря и представлен главным образом солями магния и кальция. Всего в Волгоградской области отмечено два месторождения – в районе Камышинских ушей и в районе Терсы Еланского района. Всего в мире насчитывается 25 месторождений бишофита.

Некоторое время сам природный минерал бишофит использовался для внекорневого питания в период вегетации для большинства сельскохозяйственных культур, при этом отмечалось его благоприятное действие на предупреждение появления заболеваний, и в частности, на сое.

Из-за массированного действия микроэлементов в его составе насчитывается не менее 25 значимых. Однако в последнее время появились установки, которые модернизировали сам природный минерал бишофит. Главным образом, преобразование касалось его состава, а именно, активизации раствора природного

бишофита под воздействием на его раствор электрического тока. При этом устанавливали медьсодержащие электроды. В результате чего раствор бишофита окрашивался в голубой цвет, отсюда и название – бишокупрум, а позже стал выпускаться с товарной маркой – билатор. Сущность активизации естественного бишофита состояла в том, что молекулы химических соединений распадались на ионы, которые становились более доступными для растений. К тому же насыщение такого раствора катионами меди обретало существенно ингибиторным и микозным действием, а также бактериальным и вирусным противодействием.

3. Биокомплекс представляет из себя баковую смесь препаратов – Геостим Фит марки Ж (1-2 л/га), БФТИМ (2-4 л/га), Импровер (50 мл/100 р раствора), Гумэл Люкс (1 л/га), Гелиос БорМолибден (0,7-2 л/га).

Геостим Фит марки Ж представляет собой микробиологическую основу питательных веществ с противоболлезненным и ростостимулирующим действием. В его состав входит 8 видов живых полезных микроорганизмов – *Chaetomium globosum*, *Trichoderma viride*, *Bacillus megaterium*, *Azospirillum brasilense*, *Rhizobium leguminosarum*, *Mesorhizobium ciceri*, *Bradyrhizobium japonicum*, *Bacillus subtilis* и их метаболиты.

Характер влияния его состоит в том, что микробиологическая основа способствует достижению недостающих элементов питания к самому растению и в дальнейшем изменяются физические свойства почвы. *Azospirillum brasilense* – комплекс активных бактериологических организмов, концентрирующихся в корневой системе посевов и имеющих возможность закреплять азот из воздуха и обогащать растения таким важным макроэлементом. *Azospirillum brasilense* обеспечивает благоприятные условия за ростом и развитием растений, повышая их стойкость к заболеваниям и неблагоприятным реакциям. Является продуктом индолилуксусной кислоты.

Bacillus megaterium создает благоприятное действие, контролируемого роста растений, где накапливаются стимулирующие продукты – витамины, гетероауксины, гиббереллины. Разрушает органические соединения и освобождает

имеющийся в них P_2O_5 и K_2O , преобразуя их в растворимые соли – хелатные соединения, которые легко доступны для потребления растениями.

Chaetomium globosum – микроорганизм с благоприятными для роста качествами. Принимает участие в обеспечении растений фосфорным и калийным питанием. Усиливает распад органических веществ, тем самым обогащает почву элементами питания. Способствует улучшению таких физических показателей, как сложение почвы, превращая её в более пористую структуру, которая благоприятствует подаче воздуха и воды. Конечный продукт действия фосфатазы и целлюлозы. Убыстряет процесс образования корней, повышая рост и развитие подземной части растений. Увеличивает всхожесть и прорастание. Повышает плодородие почвы.

В элементы применения входит:

- количество расходуемого препарата с дозировкой 1-5 л/га с нормой рабочего состава 150-200 л/га;
- с нормативами сочетания используемых препаратов с биофунгицидами;
- разрешается применение баковой смеси с необходимыми элементами питания. Нанесение препарата допускается в вечерние и ночные часы до появления солнца или в пасмурную погоду. Раствор готовится в день его применения.

Помимо Геостим Фит Ж в состав биокомплекса входит биофунгицид БФТИМ КС-2, Ж. Он является препаратом бактериального характера, основанный на бактерии *Bacillus amyloliquefaciens* КС-2 (ВКПМ В-11141). Отмечается его эффективность как биологического средства защиты растений применительно к грибным и бактериальным болезням растений.

БФТИМ КС-2, Ж обладает ростостимулирующими свойствами, способствует развитию мощной корневой системы, устойчивости к полеганию и обеспечивает увеличение урожая.

К тому же в состав биокомплекса входит Импровер, ВР, выполняющий роль адъюванта-смачивателя, который используется для улучшения физических свойств, а именно, для улучшения растекания раствора биопрепарата на обрабатываемой поверхности объекта.

Заключительными компонентами баковой смеси препаратов являются Гумел Люкс и Гелиос БорМолибден, выполняющие роль жидкого минерального удобрения для внекорневой подкормки культуры и обогащающие необходимыми микроэлементами, в частности – кремнием, бором, молибденом, медью, цинком, железом и марганцем, которые благоприятно действуют на рост и развитие зернобобового растения, а также подавляют развитие болезнетворных микроорганизмов.

Данный комплекс препаратов регламентирован компанией «Биотехагро», которая расположена в Краснодарском крае, г. Тимошевск.

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 применения фунгицидов. С этой целью нами изучены препараты различного состава для проведения фоллиарных обработок.

4 ОБОСНОВАНИЕ УСЛОВИЙ ВОДООБЕСПЕЧЕНИЯ И РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ СОИ НА СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

В аридных и полуаридных климатических зонах ключевым фактором, определяющим динамику роста и развития растений, являются наличие, подвижность и доступность почвенной влаги. Большинство учёных [41, 159, 160 и др.] сходятся во мнении, что наивысшая доступность влаги для растений и её стабильность в почвенном профиле наблюдаются при значениях наименьшей влагоёмкости.

В естественных условиях основным источником восполнения почвенных запасов влаги и обеспечения транспирации растений являются атмосферные осадки. Однако их количество и распределение в течение года подвержены значительным колебаниям, что существенно ограничивает возможность формирования высоких и стабильных урожаев культур, особенно в условиях недостаточного увлажнения.

В контексте подзоны светло-каштановых почв Волгоградского Заволжья, где наблюдаются низкие среднегодовые суммы осадков, пополнение почвенных запасов влаги в период вегетации сои является абсолютно недостаточным для обеспечения высоких показателей урожайности. В связи с этим возникает необходимость в регулировании водного режима почвы посредством систематических увлажнительных поливов [44, 116, 201].

Для достижения оптимальной продуктивности сои необходимо разработать и внедрить адаптивные поливные режимы, учитывающие конкретные агроэкологические условия и планируемый уровень урожайности. В рамках данного исследования, проводившегося в период с 2021 по 2023 годы, были изучены два варианта водного режима почвы на посевах сои.

Оптимизация водоснабжения растений регулирует процесс нарастания органического вещества, далее дыхание, обмен веществ, накопление сухого вещества и в конечном итоге – формирование конечного урожая, а именно зерна.

Поэтому наблюдения за основными закономерностями общего потребления воды растениями сои при различной урожайности зерна носят определяющий характер при разработке оптимизации водного режима почвы исследуемой культуры. В связи с этим окончательные данные по временному обозначению суммарного водопотребления соевых агроценозов в той или иной степени зависят от воздействия изучаемых факторов водного режима почвы, которые обозначены в таблице 4.1. Сопоставление количественных показателей водного баланса позволяет оценить вклад оросительной воды, атмосферных осадков и почвенных влагозапасов в формирование высокой продуктивности культуры.

Таблица 4.1. – 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, м ³ /га
	м ³ /га	%	м ³ /га	%	м ³ /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.							

Анализируя составляющие суммарного водопотребления сои при орошении следует сказать, что исследуемые варианты различались по значениям величины оросительной нормы, поступлением осадков и использованием почвенной влаги. Так, при водном режиме почвы 70-80-70 % НВ значения оросительной нормы и поступление осадков было несколько меньше, чем при 80 % НВ (3500 м³/га и 900 против 3783 и 934 м³/га).

Основной статьёй водного баланса, орошаемого соевого агроценоза на всех вариантах опыта являлась оросительная норма. Доля потребления поливной воды в годы исследований варьировалась в пределах от 74,55 % до 78,31 % от общего расхода воды растениями. Этот факт подчёркивает критическую роль оросительной воды в обеспечении устойчивого роста и развития сои.

Вклад запасов влаги в почве в общее водопотребление сои обусловлен объёмом выпавших продуктивных осадков, интенсивностью развития вегетативной массы и, в большей степени, выбранной стратегией орошения. При этом прослеживается обратная зависимость между долей почвенной влаги и объёмом поливной воды. В различные по метеорологическим условиям годы, а также в зависимости от режимов орошения, коэффициент участия естественных запасов почвенной влаги в обеспечении растений водой находился в диапазоне от 2,37 % до 6,27 %. Таким образом, суммарное водопотребление при режиме 70-80-70 % НВ на вариантах без инокуляции колебалось от 4543 до 4705 м³/га, а с ее проведением – 4607-4788 м³/га. На монорежиме (80 % НВ) по изучаемым вариантам без инокуляции семян составило 4749-4920 м³/га и с инокуляцией – 4816-5030 м³/га.

Осадки, выпадающие в течение вегетационного периода, играют существенную роль в водообеспечении соевого агроценоза. Среднее процентное значение их в общей структуре водного баланса составило 19,01-19,47 % за весь трёхлетний период наших исследований. Кроме того, на принятом варианте с интенсивным режимом орошения (80 % НВ) выявлено наименьшее процентное значение данного показателя.

Таким образом, наибольшее суммарное водопотребление оказалось на варианте с поддержанием нижнего порога влажности на уровне 80 % НВ с проведением предпосевной инокуляции семян и фоллиарного применения биокомплекса на посевах сои и составило 5030 м³/га.

Результатами исследований выявлено, что на реализацию варианта с поддержанием предполивного порога влажности почвы на уровне 80 % наименьшей влагоёмкости потребовалось наибольшее количество воды и за весь период вегетации, и в отдельные межфазные периоды. Значения наименьшего водопотребления зафиксированы в период «посев – всходы – начало ветвления» и в фазу «созревание семян» сои (таблица 4.2).

Таблица 4.2 – 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, м ³ /га
		посев – ветвление	ветвление-налив	налив – спелость	
		количество поливов поливные нормы, м ³ /га			
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 потребовалось провести 1 полив поливной нормой 350 м³/га, 8 поливов нормой 300 и 1 полив 450 м³/га, в 2022 г. проводили 1 полив нормой 350 м³/га, 9 – 300 м³/га и 1 – 450 м³/га. В 2023 г. осуществлен 1 полив нормой 350 м³/га, 10 – по 300 и 1 поливной нормой 450 м³/га с оросительными нормами по годам исследований 3200, 3500 и 3800 м³/га.

При водном режиме 80 % НВ первый год наблюдений состоял из двух поливов по 250 м³/га, 10 по 300, в 2022 г. провели 2 полива нормой 250 м³/га и 11 поливов по 300 м³/га, а в 2023 г. выполнили три полива по 250 и одиннадцать по 300 м³/га, оросительная норма составила в 2021 г. 3500 м³/га, в 2022 г. – 3800 и 4050 м³/га в 2023 г.

В определении эффективности воздействия изучаемых агроприёмов на величину и качество получаемой продукции большую роль играет коэффициент водопотребления [3, 128]. На основании коэффициента водопотребления можно установить объём воды, расходуемой растениями на создание единицы товарной продукции (таблица 4.3.).

Таблица 4.3 – 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
70-80-70 % НВ				
без инокуляции				
Контроль	2998	3205	2454	2886
Фунгицид	2636	2866	2163	2555
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 отношении коэффициента водопотребления оно не только менялось по режимам орошения, но и зависело от предпосевной инокуляции семян и фоллиарных обработок посевов по годам исследования.

В среднем за три года показатели коэффициента водопотребления составили следующие значения: контрольный вариант показал 2922 м³/т при

дифференцированном режиме орошения без инокуляции; вариант с применением инокуляции соевых семян при том же режиме орошения показал 2273 м³/т. На вариантах с постоянным водным режимом без применения инокуляции коэффициент водопотребления составил 2137 м³/т, а с применением инокуляции – 1708 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 биоконплекса, и составили они при дифференцированном водном режиме почвы без инокуляции семян 2084 м³/т, на варианте с инокуляцией 1654, при поддержании нижнего порога влажности на уровне 80 % НВ без инокуляции 1625 и с инокуляцией 1288 м³ на одну тонну.

5 ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ПРЕПАРАТОВ И РАЗНЫХ УРОВНЕЙ ВОДООБЕСПЕЧЕНИЯ

5.1 Фотосинтетическая активность

Конечным результатом биологических и биофизических процессов в соевых растениях является урожай. Эти процессы находятся в прямой зависимости от условий внешней среды (свет, тепло, влагообеспеченность, газообмен и минеральное питание) и генетической природы самого растения сои.

Самым значимым фактором, действующим на продуктивность существующего агроценоза, определяется максимальное насыщение плотности возделываемой культуры. Поэтому густота эффективного стеблестояния очень плотно коррелируется с циклом фотосинтетической ассимиляции. Видный учёный, биофизиолог А.А. Ничипорович [139, 140] подчеркнул, что разумная по оптимальности плотность стояния стеблей посевов определяет наиболее рациональное использование солнечной энергии и в конечном итоге формирует максимально возможный биологический урожай по средству процесса фотосинтеза.

Складывающиеся ежегодные условия лет наблюдений (температура и влажность воздуха, количество осадков) осуществляют значительное действие на формирование конечного урожая и посевные качества семян [175]. Вследствие этого, на орошении для растений сои создаются более крупные фракции и обладающие повышенной жизнеспособностью семена, которые в дальнейшем проявляют характерные для конкретного сорта хозяйственно-ценные признаки, чем в условиях без орошения [31, 32].

Анализ литературных данных и результаты собственных исследований демонстрируют высокую пластичность сои и её способность формировать урожай в различных условиях. Влияние комплекса природных и антропогенных факторов существенно сказывается на росте и развитии растений сои, а также на

формировании урожая зерна. Поэтому выявление закономерностей формирования зерна сои в конкретных агроэкологических условиях является основой для повышения продуктивности и стабилизации производства культуры в условиях орошаемого земледелия Волгоградской области.

Появление дружных всходов семян при проведении посевных мероприятий и оптимизация стеблестоя проростков на единицу площади возникает посредством способности семян прорасти в естественных условиях. Конечные итоги наблюдения НИИ сои [103] успешно доказали, что около 8 % семян не появляются на дневной поверхности (стадия «всходы») из-за несоблюдения глубины заделки семян, тогда как, от 10 до 15 % от общего количества семян подвержены грибковым и бактериальным болезнями, из-за которых они впоследствии погибают и около 20 % появившихся всходов страдают от механических воздействий при агротехнических обработках механического воздействия на почву – боронование, культивация. Когда до момента полного созревания насчитывается порядка 65 % продуктивных растений.

В связи с этим конечная норма высева должна быть определена таким образом, чтобы к моменту созревания урожая было максимально допустимое количество стеблей, которое меняется в зависимости от сорта и складывающихся метеорологических условий.

Таким образом, установление закономерностей формирования урожая сои в конкретных агроэкологических условиях является основой для обоснованного повышения продуктивности и стабилизации производства этой культуры на орошаемых землях Волгоградской области.

Поэтому каждый пучок солнечного света, не усвоенный вегетирующим зелёным растением переходит в безвозвратно утраченное пространство (А. К. Тимирязев, 1897). Тогда при использовании в производстве новых сортов растений в первую очередь следует уделить внимание фотосинтетической активности посевов.

Развитие оптимального размера листа как основного фактора, определяющего величину урожая, необходимо заботиться об увеличении его

геометрических параметров. Наблюдениями известных исследователей А. К. Тимирязева, А. Д. Ничипоровича, В. А. Кумакова, А. М. Белоусова, Г. П. Устенко в разные годы убедительно доказано прямое действие урожайности и фотосинтеза исследуемой культуры, но только при благоприятных условиях культивирования. При чрезмерно высоких фотосинтетических показателях урожай сои может снизиться из-за низкой продуктивности фотосинтеза.

Посев представляет собой сложную оптическую систему, где листья выступают в роли основных фотосинтетических органов. В более ранние периоды роста и развития растений, в частности, всходов и образования веточек (ветвление) ассимиляционная площадь листовой поверхности довольно незначительна, что осуществляет потери к доле фотосинтетической активной радиации (ФАР), проходящей мимо листовой поверхности и не потребляемой ими. При наступлении окончательной фазы цветения отмечается увеличение площади листовой поверхности и, как следствие, повышается их способность к поглощению солнечной энергии.

Полевые наблюдения за продуктивностью фотосинтеза посевов зернобобовой культуры, а именно, сои в условиях орошения дождеванием осуществлялось В. Н. Березиным [28], В. И. Чернышовым [205], а при капельном орошении – В. В. Бородычевым, М. Н. Лытовым, А. М. Салдаевым и Д. А. Пахомовым [176].

В течение трёхлетнего периода наших исследований мы систематически анализировали фотосинтетическую активность растений сои, оценивали площадь поверхности листьев, фотосинтетический потенциал, чистую продуктивность фотосинтеза и сухую биомассу. Полученные данные позволяют сделать выводы о влиянии различных факторов на фотосинтетическую продуктивность посевов и разработать рекомендации для повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

В ходе многолетних исследований были изучены показатели фотосинтетической деятельности и продуктивности сои в зависимости от режимов орошения. Оценка фотосинтетических параметров, таких как площадь листьев,

фотосинтетический потенциал (ФП), чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) и сухая биомасса позволила выявить ключевые факторы, влияющие на продуктивность культуры (таблица 5.1.1.)

Таблица 5.1.1 – 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	Сухая биомасса, т/га
70-80-70 % НВ				
без инокуляции				
Контроль	20,53	1218	3,06	3,76
Фунгицид	22,17	1413	3,02	4,31
Природный минерал	23,80	1504	3,11	4,72
Биокомплекс	25,87	1590	3,36	5,39
с инокуляцией				
Контроль	23,33	1508	3,14	4,77
Фунгицид	24,53	1539	3,32	5,14
Природный минерал	26,90	1747	3,46	6,06
Биокомплекс	28,73	1903	3,56	6,80
80 % НВ				
без инокуляции				
Контроль	27,43	1600	3,29	5,28
Фунгицид	26,90	1706	3,35	5,72
Природный минерал	28,20	1761	3,56	6,30
Биокомплекс	29,77	1892	3,62	7,13
с инокуляцией				
Контроль	29,93	1851	3,55	6,59
Фунгицид	29,80	1896	3,66	6,95
Природный минерал	33,83	2343	3,42	7,96
Биокомплекс	36,10	2414	3,76	9,12

Максимальная площадь листьев (тыс. м²/га) при дифференцированном режиме орошения (70-80-70 % НВ) варьировалась от 20,53 до 28,73, тогда как на варианте с водным режимом 80 % НВ этот показатель находился в диапазоне 27,43-

36,10. Эти данные свидетельствуют о значительном влиянии режима орошения на развитие ассимиляционного аппарата растений.

Фотосинтетический потенциал ($\text{м}^2/\text{га} \cdot \text{дней}$), характеризующий светопоглощающую способность посевов, также показал существенные различия между исследуемыми вариантами. При режиме орошения 70-80-70 % НВ ФП составил 1218-1903, а при 80 % НВ – 1600-2414. Более высокий уровень предполивной влажности способствует увеличению фотосинтетической активности растений.

Чистая продуктивность фотосинтеза ($\text{г}/\text{м}^2 \cdot \text{сутки}$), отражающая интенсивность образования органического вещества, также демонстрирует значимые различия. При дифференцированном режиме орошения ЧПФ варьировалась от 3,06 до 3,56, тогда как при водном режиме 80 % НВ этот показатель находился в интервале 3,29-3,76. Таким образом, оптимальный режим орошения способствует повышению эффективности фотосинтетических процессов.

Сухая биомасса ($\text{т}/\text{га}$) является интегральным показателем продуктивности растений. Выявлено, что режим орошения 70-80-70 % НВ без применения инокуляции семян показал, что значения сухой биомассы варьировались от 3,96 до 5,93. Следует отметить, что использование инокулянтов на данном режиме орошения привело к увеличению сухой биомассы до 4,77-6,80. Режим орошения 80 % НВ показал значения сухой биомассы 5,28-7,13 и 6,39-9,12 соответственно. Контрольный вариант и обработка фунгицидами продемонстрировали минимальные значения сухой биомассы, что свидетельствует о важности предварительной обработки семян и посевов для повышения продуктивности.

Использование природного минерала также оказало положительное влияние на формирование сухой биомассы. При поддержании предполивого порога влажности почвы на уровне 70-80-70 % НВ этот показатель составил 4,72-6,06 $\text{т}/\text{га}$, а на 80 % НВ – 6,30-7,96 $\text{т}/\text{га}$. Максимальные значения сухой биомассы были достигнуты при применении биокомплекса, что позволило увеличить сухую

биомассу до 5,93-6,80 т/га при режиме орошения 70-80-70 % НВ и до 7,33-9,12 т/га на водном режиме 80 % НВ.

Таким образом, именно комплексный подход, состоящий из предварительной обработки соевых семян инокулянтами, применения биологических препаратов для внекорневого использования, режимов орошения может реализовать максимальные показатели продуктивности сои. Вариант водного режима 80 % НВ в сочетании с инокулированными семенами и фоллиарной обработкой биокomплексом выявил наибольшее значение показателя сухой биомассы – 9,12 т/га.

Результативность проделанной исследовательской работы показывает значимость грамотного комплексного регулирования каждого этапа агротехнологического процесса с целью оптимизации фотосинтетической деятельности растений и достижения повышенной продуктивности сельскохозяйственных культур.

5.2 Продуктивность посевов сои в зависимости от изучаемых факторов

К текущему моменту в России посевные площади увеличились и превысили отметку в 3,6 млн гектаров. В Волгоградской области также наблюдается тенденция к увеличению объёмов производства сои. Планируется, что с вводом в эксплуатацию новых орошаемых участков, площадь, отведённая под эту культуру, в течение ближайших пяти лет достигнет 50 тысяч гектаров.

В настоящее время для развития АПК в первую очередь выдвигаются ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственной продукции с использованием биологических препаратов.

В растениеводческой отрасли необходимо экономить затраты на удобрения, не допуская перерасхода, потому что на них приходятся осуществимые издержки в структуре себестоимости полученной продукции. Что касается зернобобовых культур, то здесь наиболее действенным путем в этом направлении является существенное задействование процесса симбиотического закрепления азота в

почве из воздуха на фоне обширного использования биологических препаратов. Повышенное внимание к этим препаратам вызвано необходимостью формирования экологически безопасной получаемой продукции и плановый переход аграрного сектора на биологизацию землепользования.

Важным резервом увеличения урожайности сои является расширение орошаемых земель, особенно в засушливых условиях Нижнего Поволжья, где эта культура обеспечивает получение двух-пятикратного повышения урожая зерна по сравнению с возделыванием в посевах без орошения.

Рациональное использование водных ресурсов при возделывании сои на орошаемых землях юга России возможно за счёт разработки агротехнологических приёмов возделывания сои, а также техники и технологии орошения [110].

Орошение является ключевым фактором, обеспечивающим оптимальные условия для онтогенеза сои. Данный агротехнический приём способствует интенсификации линейного роста растений, увеличению площади ассимиляционной поверхности и повышению эффективности фотосинтетических процессов. В результате создаются благоприятные условия для формирования мощной корневой системы, что, в свою очередь, приводит к повышению коэффициента продуктивности растений.

Для получения высоких урожаев орошаемых культур необходимо проведение целого ряда агроуправляющих мероприятий, основным из которых является поливной режим. Определение режима орошения зависит, в первую очередь, от почвенно-климатических, метеорологических условий и особенности биологии возделываемых культур, в том числе от способов и техники доставки воды на поле, значения уровня агротехнических, мелиоративных и анатомо-морфологических условий и особенностей водообеспечения, степени отведения излишней орошаемой воды и др.

Изучению влияния биорациональных средств на урожайность сои посвящён ряд работ [34, 40, 63, 136, 191, 192]. Прибавка урожая составляла от 3,1-35,5 %.

Инокуляция семян способствует повышению биологической активности почвы за счёт обогащения её азотфиксирующими бактериями. Они, вступая в

симбиоз с корнями сои, образуют клубеньки, в которых фиксируется атмосферный азот и преобразует его в аммонийную форму, доступную для питания растений, что положительно сказывается на увеличении урожайности в среднем на 26,2 %.

Результаты, полученные в ходе исследования динамики разложения полотно в почвенной среде, демонстрируют высокую степень корреляции с показателями продуктивности зерна сои, что позволяет сделать вывод о тесной взаимосвязи между этими параметрами. Это наблюдение подчёркивает важность комплексного подхода к изучению агроэкологических процессов и их влияния на продуктивность сельскохозяйственных культур.

Фолиарные обработки комплексом препаратов позволяют улучшать общее состояние агроценозов, способствуют повышению устойчивости культур к стрессовым факторам и стимулируют их рост и развитие, а также защищают растения от болезней.

Высокоэффективное использование дорогостоящих орошаемых земель становится возможным лишь при активном внедрении комплексных мелиоративных мероприятий, направленных на обеспечение существенного и рентабельного увеличения урожайности. Наряду с другими агротехническими приёмами, сорта и методы орошения играют ключевую роль в повышении продуктивности орошаемых агроценозов в условиях засухи. Показатели объёма и качества полученного урожая служат основными критериями оценки эффективности используемых сортов и применяемых агротехнологий (таблица 5.2.1).

Анализ урожайности сои за период с 2021 по 2023 гг. выявил, что наиболее благоприятным для выращивания был 2023 год. В этот период сбор зерна с гектара варьировался в пределах от 1,94 до 3,98 тонн, в зависимости от исследуемого варианта. В предыдущие годы наблюдений (2021 и 2022) аналогичные показатели находились в диапазоне 1,42-3,90 т/га. Таким образом, средняя урожайность сои за трёхлетний период составила от 1,60 до 3,91 т/га по различным вариантам.

Таблица 5.2.1 – 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
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				
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
НСР ₀₅ А	0,01	0,01	0,02	
НСР ₀₅ В	0,01	0,01	0,02	
НСР ₀₅ С	0,02	0,02	0,03	
НСР ₀₅ АВС	0,01	0,02	0,02	

Согласно представленным данным, наименьшие показатели урожайности (1,60-2,30 т/га) за три года были отмечены при поддержании предполивного порога влажности на уровне 70-80-70 % НВ без применения инокуляции. При этом же режиме орошения, но с проведением предпосевной обработки семян, сбор зерна увеличивался до 2,04-2,90 т/га. Использование режима орошения на уровне 80 % НВ без предпосевной инокуляции приводило к увеличению сбора зерна с 2,26 до 3,05 т/га при различных вариантах внекорневой подкормки. При том же режиме орошения, но с проведением предпосевной обработки семян, урожайность варьировалась от 2,82 до 3,91 т/га.

Проанализировав данные трёх лет исследований, можно отметить, что значение наибольшей продуктивности сои было зафиксировано на варианте с режимом орошения 80 % НВ в сочетании с предпосевной обработкой соевых семян и фолиарного внесения на посевы в период вегетации. На данном варианте опыта удалось реализовать урожайность сои 3,94 т/га, что на 2,31 т/га больше по сравнению с режимом орошения 70-80-70 % НВ без инокулирования семян. Следует отметить, что на данном варианте опыта отмечается прирост продуктивности 144,4 % в сравнении с контрольным вариантом.

Наблюдения убедительно доказали, что наилучшие условия при формировании зерна сои обеспечиваются с учётом соблюдения нижнего порога влажности на уровне 80 % НВ в активном горизонте почвы – 0,4 м и 0,6 м в течение вегетационного периода [3, 130]. Это различие можно объяснить более высокой доступностью влаги для растений, что способствует более эффективному использованию воды и, как следствие, повышению урожайности.

5.3 Качественные показатели полученного сбора зерна сои

Итоговая результативность продуктивности соевой культуры показывает взаимосвязь выбранного сорта, изучаемых агротехнических приёмов и водного режима почвы. Известно, что соя отмечается как зернобобовая, масличная, белковосодержащая культура и для неё качественные показатели полученного зерна имеют особо весомую значимость.

В научных трудах В. Б. Енкина [63], А. К. Лященко [110], Ю. П. Мякушко и др. [137], Л. А. Кучеренко [106] рассмотрены сортовые особенности соевых растений. Также в их исследованиях проанализировано процентное содержание соевого белка и жира. Авторы акцентируют на этом внимание, отмечая важность состава соевых бобов, и относят это к ключевым элементам соевых бобов.

Для орошаемых условий Нижней Волги связь между содержанием белка и жира в зерне сои в большей степени зависит от проводимых мероприятий по обработке сои экологически безопасными препаратами, что отражено в работах Г.

В. Седанова, В. В. Толоконникова, В. И. Толочек [168], В. М. Кононовым [83], Р. Э. Боканхель [29], В. С. Кудряшовым [102], В. Н. Березиным [28], В. И. Чернышовым [205].

Соя известна редкой особенностью – наличием сырого протеина более 40 %, что делает её приоритетной с/х культурой в сравнении с другими растениями.

Кроме того, отмечается и высоко ценится особой сбалансированностью аминокислотный состав соевого протеина. Установлено, что за счёт данного состава, зёрна сои наделены достаточно богатым количеством растительного масла. Количественные показатели соевого растительного масла превышают 20 %. Оно наделено обширным количеством незаменимых жирных кислот, обладающих оптимальным сбалансированным соотношением, прекрасно подходящим для биологического усвоения человека.

В настоящее время прогрессирует тенденция расширения соевых площадей. Ценная зернобобовая культура реализуется в отраслях пищевого направления, в кормовом направлении и промышленных сферах. Важным критерием оценки соевого зерна являются высокие качественные показатели.

Действие водных режимов орошения при проведении оросительной мелиорации на качественные показатели зерна, а также инокуляцию семян и фоллиарные обработки не имеет полной освещённости в научных трудах и не проработано в достаточной мере.

В связи с этим возникла необходимость выявить и оценить воздействие агротехнических приёмов совместно с режимами орошения на качественные показатели и характеристики соевого зерна. В работе мы исследовали данные факторы воздействия на предмет содержания белка и жира в соевом зерне.

По результатам анализа полученных образцов соевого зерна, выявлено, что на концентрацию соевого белка в семенах оказывают влияние погодные условия в течение вегетационного периода, факторы, определяющие рост и развитие растений, а также выбранный режим орошения.

Выявлено, что соевые бобы содержат в себе в два раза меньше жира в сравнении с белком. За счёт этого они превосходят многие другие, включая

традиционные масличные культуры. По потенциалу производства растительного масла они имеют важное значение для агропромышленного сектора [190]. Однако, биосинтез масла в сое характеризуется большей сложностью и меньшей результативностью по сравнению с процессами формирования белка, особенно в контексте селекционных работ [99, 151, 190]. Следовательно, для существенного повышения выхода масла необходимо внедрение агротехнических и мелиоративных методов, направленных на оптимизацию данного процесса.

Содержание белка в зерне в зависимости от изучаемых факторов проиллюстрировано на рисунке 5.3.1.

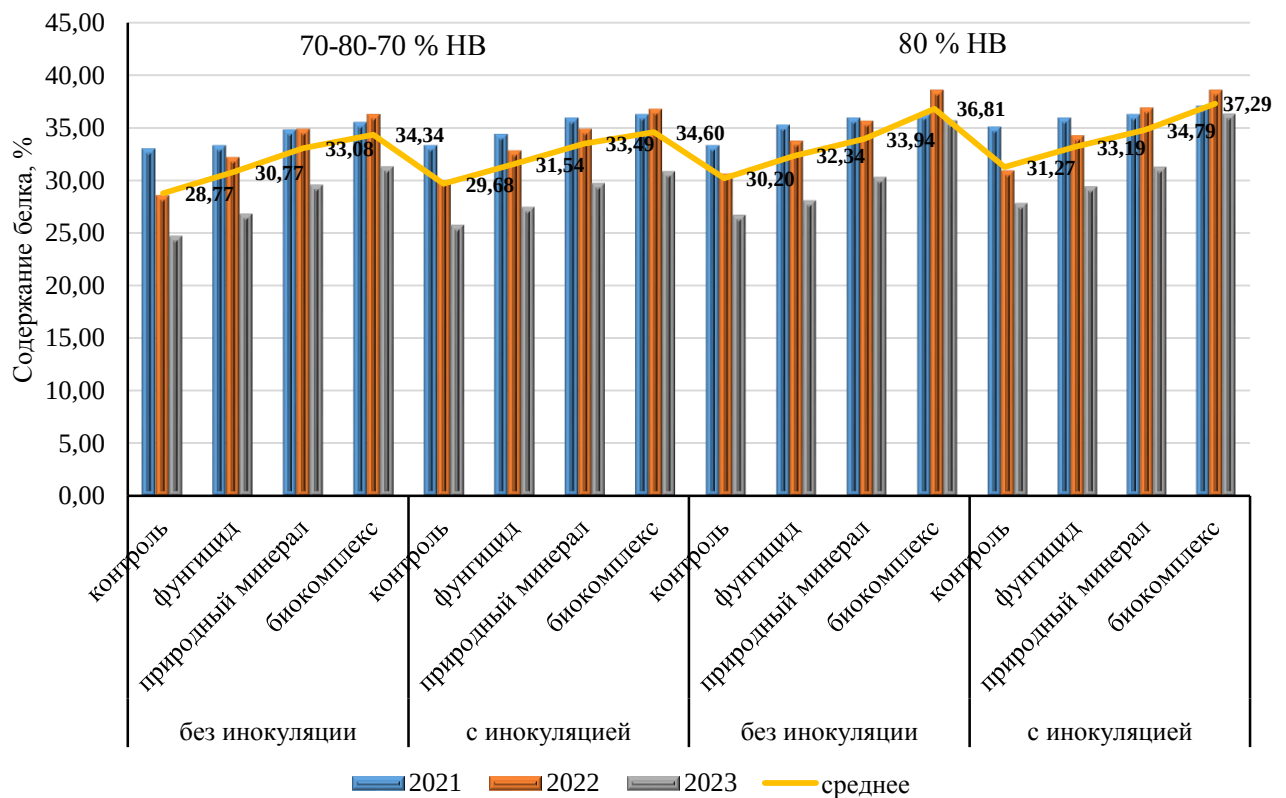


Рисунок 5.3.1 – Содержание белка в зерне, %, 2021-2023 гг.

Изучая информацию об общем содержании белка в зерне по годам исследований, а также их средние значения, следует подчеркнуть, что пик содержания белка наблюдался в 2021 году. В 2022 году этот показатель был несколько ниже, а самое низкое значение зафиксировано в 2023 году, который характеризовался высокой урожайностью.

Среднее содержание общего азота за три года в различных вариантах опыта варьировалось от 28,77 % в наименее эффективном варианте до 37,29 % в наиболее успешном, достигнутом при оптимальной комбинации исследуемых факторов.

При использовании дифференцированного режима орошения минимальное содержание белка в зерне отмечалось на варианте без инокуляции семян (от 28,77 % до 34,34 %).

При поддержании нижнего порога влажности почвы на уровне 80 % НВ содержание белка без инокуляции варьировалось в пределах 30,20-36,81 %. Максимальное же его содержание было зарегистрировано на варианте с использованием биоконплекса и предпосевной обработкой семян инокулянтном (31,27-37,29 %).

Содержание жира в зерне отражено на рисунке 5.3.2.

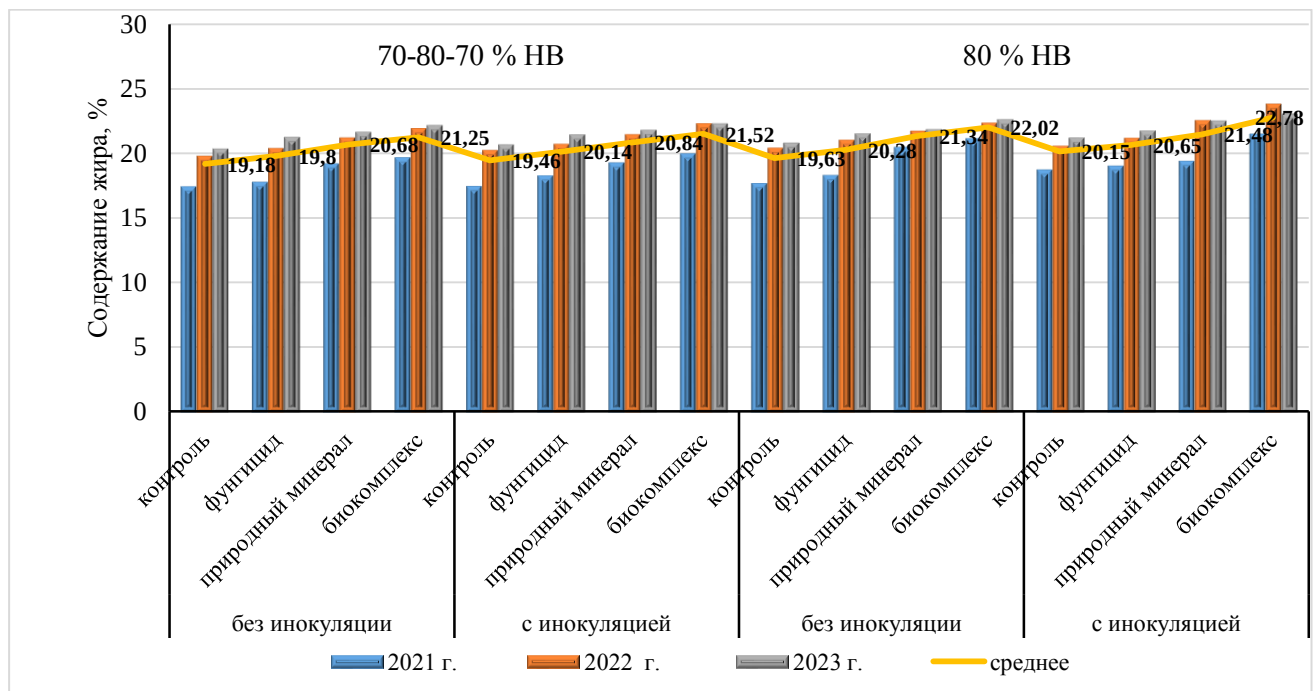


Рисунок 5.3.2 – Содержание жира в зерне % от сухого вещества, 2021-2023 гг.

Описывая содержание сырого жира в зерне сои за три года исследований, следует отметить, что в 2021 году в зерне сои наблюдалось минимальное содержание жира – от 17,42 % до 21,48 %, в 2022 году оказалось его несколько

больше от 19,81 % до 23,83 % и максимальное количество приходилось на 2023 год от 20,32 % до 23,02 %.

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

5.4 Влияние десикантов на урожайность и качество зерна сои

Заключительным моментом в общей технологии получения зерна сои, который обеспечивает сохранность и одновременность созревания всех бобов по ярусности растений, является подсушивание вегетативной массы растений [129, 133]. Это приводит к лучшей подготовке бобов растений к механизированной уборке по всем ярусам соевого растения и в борьбе с нежелательной растительностью, а также усилению поступления белков и жиров в зерне, что делает их максимально выполненными [202].

Таблица 5.4.1 – Продуктивность культуры сои в зависимости от предуборочной десикации при разном уровне увлажнения почвы, т/га, 2021-2023 гг.

Вариант опыта	Урожайность, т/га				Прибавка урожая	
	2021 г.	2022 г.	2023 г.	среднее	т/га	%
70-80-70% НВ						
Контроль	1,95	1,86	2,02	1,94	-	-
Химический препарат (реглон – 2 л/га)	2,24	2,14	2,28	2,22	0,28	14,43
Природный минерал (бишофит – 30%-ный р-р)	2,30	2,19	2,39	2,29	0,35	18,04
80% НВ						
Контроль	2,03	1,95	2,12	2,03	-	-
Химический препарат (реглон – 2 л/га)	2,36	2,26	2,44	2,35	0,32	15,76
Природный минерал (бишофит – 30%-ный р-р)	2,42	2,31	2,51	2,41	0,38	18,72
НСР ₀₅ по фактору А	0,13	0,12	0,12			
НСР ₀₅ по фактору В	0,16	0,15	0,16			
НСР ₀₅ по фактору АВ	0,16	0,15	0,16			

В среднем за три года сбор зерна сои при дифференцированном режиме орошения на контроле составил 1,94 т/га (таблица 5.4.1), при проведении предуборочной десикации посевов соевого агроценоза с помощью химического препарата (реглон) прирост урожая составил 14,43 %. Использование в качестве десиканта природного минерала бишофит в 30 процентной концентрации раствора увеличило прибавку урожая на 0,35 т/га при общем сборе зерна в 2,29 т/га.

При поддержании влажности почвы на уровне 80 % НВ урожайность зерна на контроле достигла 2,03 т/га. Применение химического препарата доводило урожайность до 2,35 т/га и природного минерала на вышесказанном водном режиме сохранял преимущество, где сбор зерна составлял 2,41 т/га с приростом урожая в 0,38 т/га или увеличением урожайности на 18,72 % от необработанного контроля.

Важно отметить влияние применения десикации на качество зерна сои (таблица 5.4.2).

Таблица 5.4.2 – Влияние десикации на качественные показатели зерна сои, 2021-2023 гг.

Вариант опыта	Среднее	
	содержание белка, %	содержание жира, %
70-80-70 % НВ		
Контроль	28,77	19,18
Реглон	29,44	19,74
Бишофит	30,45	20,78
80 % НВ		
Контроль	30,20	19,63
Реглон	30,45	20,45
Бишофит	32,42	21,53

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 %.

Влажность зерна (таблица 5.4.3) при режиме орошения 70-80-70 % НВ за период наблюдений была ниже, чем при 80 % НВ. 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).

Таблица 5.4.3 – Влажность зерна сои в зависимости от предуборочной десикации на разных водных режимах, %, 2021-2023 гг.

Вариант опыта	Влажность зерна, %												
	2021 г.				2022 г.				2023 г.				
	06.09	12.09	18.09	24.09 уборка	30.09	06.10	11.10	18.10 уборка	04.09	10.09	16.09	22.09	29.09 уборка
70-80-70 % НВ													
Контроль	65	52	39	27	68	55	42	30	66	56	45	37	26
Реглон	64	47	31	16	68	51	34	17	65	53	41	29	16
Бишофит	66	50	34	18	66	54	36	18	65	54	42	30	17
80 % НВ													
Контроль	70	56	43	30	70	57	44	32	69	58	48	37	28
Реглон	72	54	36	17	71	54	37	19	68	55	42	30	18
Бишофит	69	52	35	18	70	53	36	19	69	56	43	30	17
2021 г: НСР ₀₅ по фактору А-0,12, НСР ₀₅ по фактору В-0,14, НСР ₀₅ по фактору АВ-0,14 2022 г: НСР ₀₅ по фактору А-0,12, НСР ₀₅ по фактору В-0,15, НСР ₀₅ по фактору АВ-0,15 2023 г: НСР ₀₅ по фактору А-0,11, НСР ₀₅ по фактору В-0,15, НСР ₀₅ по фактору АВ-0,15													

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

Значимость любого мероприятия определяется получением агрономической или хозяйственной эффективности, которой недостаточно для общей оценки: возникает необходимость в проведении экономического анализа, состоящего в сопоставлении стоимости величины урожая с количеством затрат на их проведение, которое выражено в денежном значении (таблица 5.4.4).

Таблица 5.4.4 – Экономический анализ проведения десикации на сое при разных водных режимах почвы, 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, %
70-80-70 % НВ							
Контроль	1,94	42,00	81,48	43,41	22,38	38,07	87,70
Реглон	2,22	42,00	93,24	46,70	21,03	46,54	99,66
Бишофит	2,29	42,00	96,18	45,51	19,87	50,67	109,83
80 % НВ							
Контроль	2,03	42,00	85,40	45,04	22,19	40,36	89,61
Реглон	2,35	42,00	98,84	47,94	20,40	50,90	106,17
Бишофит	2,41	42,00	101,22	48,24	20,02	52,98	111,34

Рассматривая экономическую эффективность в среднем за три года, следует отметить, что 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 (таблица 5.4.5).

Таблица 5.4.5 – Энергетическая эффективность по десикации, 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	
70-80-70 % НВ					
Контроль	1,94	1,71	35174,70	42375,40	0,83
Реглон	2,22	1,95	40185,60	43086,70	0,93
Бишофит	2,29	2,02	41452,70	43486,20	0,95
80 % НВ					
Контроль	2,03	1,79	36746,20	44002,50	0,84
Реглон	2,35	2,07	42538,80	44871,60	0,95
Бишофит	2,41	2,12	43624,90	45083,10	0,97

В условиях дифференцированного орошения (70-80-70 % НВ) на контрольном варианте наблюдается наименьший коэффициент энергетической эффективности, который составил 0,83. При этом поддержание нижнего порога влажности на уровне 80 % НВ увеличивает этот показатель до 0,84. Применение химического вещества реглон для подсушивания сои оказалось благоприятным: при режиме 70-80-70 % НВ коэффициент возрос до 0,93, а при 80 % НВ достиг 0,95. Что касается применения бишофита для десикации, то в указанных режимах орошения этот коэффициент составил 0,95 и 0,97 соответственно.

6 ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

6.1 Экономическая эффективность

Для достижения продовольственной безопасности страны необходим ко всему прочему рост производства зерна сои, которое состоит в увеличении масштабов её производства с целью получения высококачественного, сбалансированного по основным белковым компонентам соевой продукции.

Обычно средний сбор зерна отечественной сои составляет около 2,0 тонн зерна с одного гектара. Однако данные статистики показывают невысокую её рентабельность, основываясь на основных издержках её возделывания – более 15 тыс. руб./т.

Основные площади посева этой культуры возделываются (до 90 %) в мировых масштабах, сведено в границах таких южных странах, как США, Бразилия, Аргентина, Китай, Канада. Эти пункты геолокации посевов сои отличаются оптимальными значениями гидротермического коэффициента, характеризуются лучшими показателями ГТК, способствующими суммарному водопотреблению растений сои в пределах 3600 м³/га. Именно такой объём воды достаточен для создания урожая этой зернобобовой культуры на уровне 2,6 т/га зерна.

Многолетние наблюдения за природно-климатическими условиями нашей страны выявили территориально наиболее подходящие для соевых растений оптимальные природно-климатические условия. Отмечаются благоприятными для сои территории Центральной России, Северного Кавказа и Дальнего Востока. Именно здесь достигнуты показатели урожая зерна сои 2 т/га и более. Но стоит отметить, что и данные территории, конечно, подвержены повторяющимся изменениям метеорологического составляющего (климата). Поэтому отечественному агропромышленному комплексу необходимо иметь порядка 10

млн га пригодных площадей, чтобы достичь сбора зерна в 2 тонны с 1 гектара для полного импортозамещения.

Для получения стабильных урожаев этой ценной зернобобовой культуры в условиях засушливых территорий необходимо использовать искусственное орошение, что довольно эффективно для этой влаголюбивой культуры в экстремально засушливых условиях Юга России.

Для подсчёта экономической эффективности выращивания сои мы основывались на данных технологических карт возделывания с использованием фактических затрат по ОС «Орошаемая».

В нашей работе в прямые затраты были учтены следующие расходы:

- покупка соевых семян;
- покупка агрохимикатов;
- ГСМ;
- отчисления на оплату труда;
- амортизация;
- проводимый ремонт и уход за техническими средствами;
- проведение всех комплексных агротехнических мероприятий;
- издержки поддержания оросительной сети в рабочем состоянии.

При проведении экономической целесообразности в приёмах технологии заданной агротехники нашей культуры на орошении нами были задействованы методики Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого земледелия [123], Всероссийского научно-исследовательского института кормов им. В.Р. Вильямса [125], Волгоградской сельскохозяйственной академии [117, 118].

На основе имеющихся цен на 01.01.2024 г. тонна зерна сои оценивалась в 42 тыс. руб., именно такое значение мы использовали в своих расчётах для обозначения эффективности.

Для обозначения оптимальной отдачи орошения применялась экономическая эффективность для различных режимов орошения [7] из выбранного набора исследуемых вариантов водного режима почвы. Определяющие агротехнические

приёмы брались одинаковыми, отличия состояли только в числе поливов, количестве поливных норм и стоимости одного м³ подачи воды.

В заключении мы обозначили перерасчёт и дали экономическую оценку составляющих издержек, применительно для выбранного сорта сои при принятых нами предполивных порогах влажности почвы. Кроме того, нами были проведены некоторые корректировки, с учетом поправок по наиболее востребованным показателям с целью реализации наивысшей урожайности соевого зерна в Волгоградской области.

В научных работах В. Н. Березина [28], В. В. Толоконникова [190], В. И. Чернышова [205] зафиксировано минимальное значение предела рентабельности соевого зерна на орошении в природно-климатических условиях Нижнего Поволжья. Известно, что выращивание сои с организацией искусственной подачи воды достаточно высокзатратно в сравнении с аридными условиями.

Анализируя данные по экономической эффективности (таблица 6.1.1) проводимых мероприятий, важно отметить, что все они являются выгодным мероприятием.

Уровень рентабельности на варианте без проведения инокуляции при дифференцированном режиме орошения (70-80-70 % НВ) на контрольном варианте составил 63,6 %. С проведением внекорневого внесения препаратами различного происхождения он повысился до 74,6-110,0 %. При этом наибольшая рентабельность наблюдалась при использовании биоконплекса – 110,0 %. На вариантах с проведением инокуляции уровень рентабельности повысился на контроле до 96,5 %, и на делянках с использованием биоконплекса уровень рентабельности увеличился до 149,2.

При 80 % НВ без инокуляции на контрольном варианте рентабельность составила 114,1 %, с применением препаратов – от 117,2 до 159,0 %.

Проведение предпосевной инокуляции привело к увеличению уровня рентабельности на контрольных делянках до 147,8 %, а при применении препаратов давало рост рентабельности до 149,8 до 214,5 %.

Таблица 6.1.1 – 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, %
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							
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

Себестоимость 1 т зерна сои при дифференцированном режиме орошения 70-80-70 % НВ на делянках без использования инокуляции на контроле составило 25,68 тыс. руб. На вариантах с применением трёх препаратов разного состава себестоимость снижалась до 20,0 тыс. руб. На этом же режиме орошения себестоимость сокращалась (контроль 21,38 тыс. руб.) и по вариантам от 21,19 до 16,85 тыс. руб./т.

При водном режиме 80 % НВ наблюдалось снижение себестоимости (контроль 19,62 тыс. руб.) без инокуляции и по исследуемым вариантам от 19,34 до 16,21 тыс. руб./т.

На делянках с инокуляцией себестоимость уменьшалась (контроль 16,94 тыс. руб.) и по остальным вариантам со снижением 16,80 до 13,52 тыс. руб. И минимальное значение по себестоимости (13,52 тыс. руб./т) оказалось при применении биокомплекса.

Условный чистый доход при режиме орошения 70-80-70 % НВ на делянках без инокуляции колебался от 26,12 до 50,60 тыс. руб. При проведении инокуляции этот показатель вырос, и его значения составили 42,09-72,93 тыс. руб./га.

При поддержании нижнего порога влажности на уровне 80 % НВ показатели были больше и без инокуляции варьировали от 50,57 до 78,65 тыс. руб. С использованием инокуляции условно чистый доход находился на уровне 70,62-113,35 тыс. руб./га.

6.2 Энергетическая эффективность

Конкретная деятельность человека в агропромышленном производстве, как и в других отраслях, основывается на процессах формирования энергии посредством разнообразных технологий. В связи с этим, наряду с подсчётом экономической оценки разработанных приёмов современной технологии выращивания сои, учтены показатели энергии выращенной соевой продукции. Её суть основана на сопоставлении значений энергии, накапливаемой в биологической массе полученного урожая с учётом издержек на энергозатраты человеческого труда, что отражено в научных работах учёных (Е. И. Базарова, К. Н. Булаткина, 1983; Ю. К. Новоселова и др., 1997).

Конечное обоснование задач при разработке существующих технологий возделывания данной культуры основывается в увеличении коэффициента использования ФАР соевыми посевами за счёт увеличения экономической и энергетической оценок регулирования потоками энергии в виде агрохимикатов, с/х техники, горюче-смазочных материалов и др. [16, 71, 122].

Чтобы реализовать оценку энергоэффективности различных методов выращивания сои, нужно сделать сопоставление главных показателей

энергетической оценки, общих энергозатрат, а также общего энергетического содержания полученной продукции. В нашей работе энергетический коэффициент эффективности (Кэ) мы вычислили путём деления показателя содержания энергии в сформированном урожае (Е_у) на перечень осуществлённых затрат в совокупности (Е_с), Гдж/га.

В диссертационной работе при проведении запланированных исследований количество энергии, затраченной при возделывании сои с орошением исчислялось на фоне технологических карт, обозначенных норм выработки ГСМ и энергетических значений использования сельхозтехники, агрохимикатов и человеческих ресурсов.

Искусственная подача воды на посевы этой культуры стало наиболее затратной отраслью в АПК. Поэтому бережное расходование энергии на обозначенные выше мероприятия служит рациональному использованию водного ресурса и снижению потерь поливной воды (таблица 6.2.1).

Анализируя энергетическую эффективность за три года по изучаемым факторам, можно отметить значительные различия в энергетических показателях между вариантами опыта. Сравнивая энергию, полученную в урожае сои, с затратами на её производство, становится ясно, что режимы орошения, относящиеся к фактору В, существенно влияли на коэффициент энергетической эффективности.

При дифференцированном водном режиме 70-80-70 % НВ значения коэффициента колебались от 0,69 до 1,18, а при поддержании влажности на уровне 80 % НВ они увеличились до 0,92 и достигли максимума в 1,52.

Коэффициент энергетической эффективности также демонстрировал значительную вариабельность в зависимости от предпосевной обработки семян. В отсутствие инокуляции при режиме орошения 70-80-70 % НВ этот показатель варьировался от 0,69 до 0,96, а при применении инокуляции – от 0,86 до 1,18. При поддержании водного режима на уровне 80 % НВ без инокуляции коэффициент изменялся в диапазоне от 0,92 до 1,20, тогда как с инокуляцией показатель повышался от 1,13 до 1,52.

Таблица 6.2.1 – 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	
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
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 анализе коэффициента по фактору С, связанному с фолиарным внесением различных препаратов, выяснилось, что его значения также различались. Наименьшее значение было зафиксировано при использовании химического фунгицида: без инокуляции – 0,77 при режиме орошения 70-80-70 % НВ и 0,91 с инокуляцией; при 80 % НВ – 0,98 и 1,17 соответственно.

На втором месте по эффективности оказался природный минерал билатор. При дифференцированном режиме орошения 70-80-70 % НВ без инокуляции его коэффициент составил 0,84, а с инокуляцией – 1,07. При режиме орошения 80 % НВ эти показатели увеличились до 1,07 и 1,34 соответственно.

Максимальное значение коэффициента энергетической эффективности было достигнуто при использовании биокомплекса для фолиарного применения. Без

предпосевной обработки он составил 0,96, а с инокуляцией – 1,18 при поддержании предполивного порога влажности почвы на уровне 70-80-70 % НВ. На варианте без инокуляции и при поддержании нижнего порога влажности почвы на уровне 80 % НВ значение данного показателя достигло 1,20, а на варианте с применением инокуляции – 1,52.

Таким образом, можно отметить, что наилучшие значения коэффициента энергетической эффективности выявлены на опытных делянках, где поддерживали предполивной порог влажности почвы на уровне 80 % НВ с применением инокуляция семян и фоллиарного внесения биоконплекса препаратов. В этом случае коэффициент достиг максимального значения – 1,52.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Совместное использование предпосевной инокуляции семян, фолиарной 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 фолиарном использовании

биокомплекса, и составили они 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 фоллиарной 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 фоллиарной 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 foliarных 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 ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамова, М. М. Опыты по изучению передвижения капиллярной подвешенной влаги при испарении / М. М. Абрамова // Почвоведение. – 1948. – № 1. – С. 21.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. Агафонов О. М. Повышение продуктивности сои при использовании ризобияльных препаратов и стимуляторов роста в условиях зоны неустойчивого увлажнения на черноземе обыкновенном 06.01.01 «Общее земледелие, растениеводство»: диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Агафонов Олег Михайлович. – Ставрополь, 2018. – 127 с.
6. Агротехника сои / Н. Цуков, А. Ревенкова, П. Ковун, С. Беневальский. – М.: Сельхозгиз. 1985. – 184 с.
7. Агрохимическая и экономическая оценка применения минеральных удобрений и Ризоторфина на сортах сои различных групп спелости в условиях орошения / О. Г. Шабалдас, К. И. Пимонов, А. Н. Есаулко [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2021. – № 2(62). – С. 209-222.

8. Алпатьев, А. М. Влагооборот культурных растений / А. М. Алпатьев. – Л.: Гидрометеиздат, 1954. – 248 с.
9. Алпатьев, А. М. О методах расчета потребности в воде культурных фитоценозов в связи с развитием орошения в СССР / А. М. Алпатьев // Биологические основы орошаемого земледелия. – М. АН СССР, 1974. – С. 85-92.
10. Алпатьев, С. М. Методические указания по расчету режима орошения сельскохозяйственных культур на основе биоклиматического метода / С. М. Алпатьев. – Киев, 1967. – 30 с.
11. Алпатьев, С. М., Опыт использования биоклиматического метода расчета испарения при формировании эксплуатационного режима орошения // Биологические основы орошаемого земледелия / С. М. Алпатьев, В. П. Остапчик. – М., 1974. – С. 127-135.
12. Алтухов, А. И. Российский рынок минеральных удобрений: проблемы и возможности решения / А. И. Алтухов, В. Г. Сычев, Л. Б. Винничек // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 5. – С. 91-98.
13. Амачаев, В. П. Возделывание орошаемой сои в рисовом севообороте / В. П. Амачаев // Почвы рисовых полей Дальнего Востока. – Владивосток, 1980. – С. 133-137.
14. Амиров, Н. С. Влияние некоторых приемов агротехники на урожайность зернобобовых культур в Азербайджанской ССР/ Н. С. Амиров // Технология возделывания зернобобовых культур: сб. науч. тр. ВАСХНИЛ. – М.: Колос, 1977. – С. 56-64.
15. Анисимов, А. В. Влияние инокуляции семян на продуктивность сортов гороха / А. В. Анисимов, Е. А. Тошкина // Зерновое хозяйство. – 2008. – № 3. – С. 28-29.
16. Ареал размещения и возделывания сельскохозяйственных растений (системно-энергетический подход): методические указания / В. В. Коренец, Е. Н. Базаров, В. Д. Медведев, О. М. Шалыгина, Е. Х. Сухабердина, А. А. Грушин. – Л., 1990. – 55 с.

17. Аристова Л. Д. Эффективность применения удобрений под сою при орошении / Л. Д. Аристова // Бюллетень НТИ по масличным культурам. – 1980. – Вып. 1. – С. 46-47.
18. Багров, Н. М. Оросительные системы и их эксплуатация / Н. М. Багров, И. П. Кружилин. – М.: Колос, 1978. – С. 50-53.
19. Багров, Н. М. Прогрессивная технология орошения сельскохозяйственных культур / Н. М. Багров, И. П. Кружилин. – М.: Колос, 1989. – 208 с.
20. Балакай, Г. Т. Влияние влагообеспеченности на урожай сои / Г. Т. Балакай // Гидротехника и мелиорация. – 1983. – № 10. – С. 83.
21. Балакай, Г. Т. Влияние режимов орошения на образование генеративных органов сои / Г. Т. Балакай // Рациональное использование мелиорируемых земель и программирование урожаев / ЮжНИИГиМ. – Новочеркасск, 1985. – С. 39-41.
22. Балакай, Г. Т. Соя на орошаемых землях / Г. Т. Балакай. – М.: ГУ ЦНТИ «Мелиоводинформ», 1999. – 200 с.
23. Баранов, В. Ф. Поливной режим сои в зависимости от глубины увлажнения / В. Ф. Баранов; ВНИИМК. – Краснодар, 1980. – С. 29.
24. Баранов, В. Ф. Тонкости возделывания сои / В. Ф. Баранов // Земледелие. – 1997. – № 3. – С. 17.
25. Бейч, А. В. Возделывание сои: в Новосибирской области / А. В. Бейч, Н. Н. Кашеварова // Зерновое хозяйство. – 2006. – № 2. – С. 7-8.
26. Белопухов, С. Л. Применение циркона для обработки посевов льна-долгунца / С. Л. Белопухов, Н. Н. Малеванная // Плодородие. – 2003. – №2. – С. 33-35.
27. Белоус, А. Г. Продуктивность сои в условиях разной влагообеспеченности / А. Г. Белоус, В. И. Заверюхин // Зерновые и кормовые культуры на орошаемых землях. Кишинев, 1972. – С. 167-172.
28. Березин, В. Н. Продуктивность сортов сои различных групп скороспелости и основные приемы их возделывания на кормовые цели в

Волгоградской области при орошении: автореф. дис. .канд. с.-х. наук / В. Н. Березин. – Волгоград, 1988. – 19 с.

29. Боканхель, Р. Э. Влияние способов и норм посева на урожай и качество зерна сои при орошении / Р. Э. Боканхель // Сборник научных трудов НижнеВолжского НИИ сельского хозяйства. – Волгоград, 1985. – Вып. 5. – С. 20-29.

30. Бородычев, В. В. Агротехнические факторы эффективного использования водных ресурсов при возделывании орошаемой сои / В. В. Бородычев, Д. С. Магомедова, М. Н. Лытов // Проблемы развития АПК региона. – 2019. – № 2(38). – С. 35-42.

31. Бородычев, В. В. Проблемы оптимального водообеспечения сои в условиях орошения / В. В. Бородычев, М. Н. Лытов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 2(54). – С. 39-49.

32. Будыкина, Н. П. Оценка эффективности действия препарата «Эпинэкстра» на овощных культурах. Полифункциональность действия брассиностероидов / Н. П. Будыкина // Сб. науч. тр. – М.: ННПП НЭСТ, 2007. – С. 155-163.

33. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почв / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.

34. Вакуленко, В. В. Регуляторы роста растений / В. В. Вакуленко, О. А. Шаповал // Агро XXI. – 1999. – № 3. – С. 2-3.

35. Васильев, Д. С. Соблюдать технологию возделывания / Д. С. Васильев, Ю. П. Мякушко // Земледелие. – 1977. – № 8. – С. 52-53.

36. Васильев, Д. С. Предуборочная десикация сои / Д. С. Васильев // Науч.-техн. бюлл. ВНИИ масличных культур. – 1986. – № 2. – С. 42-43.

37. Васин, А. В. Влияние предпосевной обработки семян на продуктивность сои / А. В. Васин, А. А. Васина, Е. В. Рязанова // Изв. Самарской ГСХА. – 2010. – № 4. – С. 51-55.

38. Васин, А. В. Продуктивность сортов и приемы предпосевной обработки семян сои в условиях Самарской области / А. В. Васин, А. А. Васина, Е. В. Рязанова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 1. – С. 3-6.

39. Васин, В. Г. Влияние обработки посевов препаратами Мегамикс на урожайность пшеницы / В. Г. Васин, А. Н. Бурунов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – № 4(32). – С. 94-99.

40. Васин, В. Г. Продуктивность гороха при применении стимуляторов роста Фертигрейн в условиях лесостепи Среднего Поволжья / В. Г. Васин, О. В. Вершинина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – Т. 1, № 3. – С. 3-10.

41. Вериге, С. А. Почвенная влага и ее значение в сельскохозяйственном производстве / С. А. Вериге, Л. А. Разумова. – Л.: Гидрометеиздат, 1963. – 289 с.

42. Влияние биостимуляторов на урожайность и качества нетрадиционных кормовых культур в условиях РСО-Алания / С. Х. Дзанагов, Т. Б. Хадикова, З. А. Гутиева, Р. В. Калагова // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 49. – № 1-2. – С. 34-41.

43. Влияние биоудобрений и регуляторов роста на урожайность подсолнечника / Л. П. Бельтюков, Г. М. Ситало, В. М. Мажара [и др.] // Вестник аграрной науки Дона. – 2017. – Т. 1, № 37.1. – С. 46-52. – EDN YLXXMB.

44. Влияние протравливания семян на рост, развитие и продуктивность сои в условиях юго-западного региона Республики Беларусь / В. Н. Халецкий [и др.] // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2015 – № 51. – С. 80-86.

45. Влияние удобрений и средств химизации на плодородие почвы и питание растений / А. С. Карашаева, А. А. Завалин, Г. А. Ивашенков, Е. Н. Старостина // АгроЭкоИнженерия. – 2023. – № 4(117). – С. 4-14.

46. Водный режим почвы и водопотребление сои в зависимости от основной обработки почвы при орошении в условиях Волгоградской области / О. Г. Чамурлиев, А. Н. Сидоров, Г. О. Чамурлиев [и др.] // Известия Нижневолжского

агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2023. – № 4(72). – С. 72-81.

47. Воробей, Н. А. Реализация азотфиксирующего потенциала Tn5-мутантов *Bradyrhizobium japonicum* в симбиозе с растениями сои / Н. А. Воробей, С. Я. Коць, П. Н. Маменко // *Biotechnologia Acta*. – 2013. – Т. 6, № 5. – С. 122-130.

48. Гогаев, Т. М. Болезни сои и меры борьбы с ними / Т. М. Гогаев, А. Э. Хохоев // Вестник научных трудов молодых учёных, аспирантов и магистрантов: сборнике трудов конференции / ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет» (Владикавказ, 12 декабря 2023 года). – Владикавказ, 2023. – С. 6-8.

49. Горобей И. М. Проблема бактериозов растений и подходы к ее решению / И. М. Горобей, Г. М. Осипова // *Сибир. вестн. с.-х. науки*. – 2017 – № 4. – С. 94-102.

50. Горшенин, В. С. Влияние основной обработки почвы на продуктивность сои в условиях орошения // В. С. Горшенин, Л. С. Цыбрий // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия : сб. науч. тр. ЮжНИИГиМ. – Новочеркасск, 1987. – С. 100-105.

51. Гофман, А. В. Особенности развития болезней на различных сортах сои и применение средств защиты в условиях орошения в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.11 / А. В. Гофман; Ставропольский гос. аграр. ун-т. – Краснодар, 2007. – 23 с.

52. Грицина, В. Г. Плодородие чернозема типичного и продуктивность сортов сои при применении удобрений в юго-западной части ЦЧР : специальность 06.01.01 «Общее земледелие, растениеводство» : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Грицина Виталий Геннадьевич. – Воронеж, 2022. – 146 с.

53. Губанов, П. Е. Основные вопросы технологии возделывания сои на орошаемых землях Поволжья / П. Е. Губанов // Бюллетень научно-технической информации по масличным культурам. – Краснодар, 1979. – Вып. 1. – С. 7-11.

54. Губанов, П. Е. Технология возделывания сои при орошении в Саратовском Заволжье / П. Е. Губанов, Н. Н. Муравлева // Научно-технический бюллетень ВНИИ сои. – 1976. – Вып. 3, 4. – С. 43-57.
55. Губанов, П. Е. Соя на орошаемых землях Поволжья / П. Е. Губанов, К. П. Калиберда, В. Ф. Кормилицин. – М.: Россельхозиздат, 1987. – 94 с.
56. Давыденко, О. Г. Соя для умеренного климата / О. Г. Давыденко, Д. В. Голоенко, В. Е. Розенцвейг. – Минск: Технология, 2004. – 173 с.
57. Дега, Л. А. Болезни и вредители сои на Дальнем Востоке / Л. А. Дега; под ред. А. П. Ващенко ; Рос. акад. с.-х. наук, Дальневост. регион. науч. центр, Примор. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва. – Владивосток: Дальнаука, 2012. – 97 с.
58. Доросинский, Л. М. Симбиотическая фиксация атмосферного азота инокулированной соей / Л. М. Доросинский, Л. М. Афанасьева, Г. В. Рубинштейн // Агрохимия. – 1973. – № 8. – С. 81-89.
59. Доросинский, Л. М. Влияние бактеризации на урожай сои и фиксацию молекулярного азота в почвах Дальнего Востока / Л. М. Доросинский, В. А. Тильба, С. А. Бегун // Соя и нитрагин. – 1976. – № 1. – С. 18-23.
60. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 415 с.
61. Дряхлов, А. И. Предуборочная десикация посевов сои // Соя: биология и технология возделывания / А. И. Дряхлов. – Краснодар, 2005. – С. 263-264.
62. Дунин, М. С. Абортивность семян сои / М. С. Дунин, Е. Д. Якимович // Труды Института советского зернового хозяйства. – М., 1988. – 38 с.
63. Енкин, В. Б. Соя / В. Б. Енкин. – М.: Сельхозгис, 1959. – 621 с.
64. Жернов, Г. О. Защита сои от болезней в условиях Курганской области : автореф. дис. кандидата с.-х. наук : 06.01.07 / Г. О. Жернов ; Курганская гос. с.-х. акад. им. Т. Е. Мальцева. – Новосибирск, 2016. – 19 с.
65. Жученко, А. А. Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий / А. А. Жученко. – 2012 – № 12. – С. 1-6.

66. Заверюхин, В. И. Рекомендации по прогрессивной технологии производства сои / В. И. Заверюхин, И. Л. Левандовский, Н. Г. Капшай. – Киев: Урожай, 1981. – 40 с.
67. Зайцев, Н. И. Приемы агротехники, влияющие на качество семенного материала сои / Н. И. Зайцев // Земледелие. – 2011. – № 7. – С. 45-48.
68. Защита посевов сои от болезней, вредителей и сорняков / В. Т. Пивень, Г. М. Саенко, Н. А. Бушнев, А. И. Дряхлов // Земледелие. – 2010. – № 3. – С. 30-33. – EDN MGUEMP.
69. Зубкова, Н. Ф. Применение и особенности действия дефолиантов и десикантов / Н. Ф. Зубкова // Агрохимия. – 1991. – № 8. – С. 126-143.
70. Зубчик, Н. Д. Технологические карты по возделыванию полевых культур на орошаемых землях / Н. Д. Зубчик. – Волгоград, 1975. – 82 с.
71. Иванов, В. М. Агроэнергетическая оценка технологии возделывания сельскохозяйственных культур / В. М. Иванов; ВГСХА. – Волгоград, 2000. – 32 с.
72. Инновационные технологии возделывания полевых культур в АПК Самарской области Поволжья / С. Н. Зудилин, В. А. Корчагин, С. Н. Шевченко, О. И. Горянин. – Кинель: РИЦ СГСХА, 2014. – 192 с.
73. Использование биопрепаратов и биоактивированных удобрений в качестве антистрессоров и биостимуляторов при возделывании зерновых культур / В. С. Сергеев, О. В. Радцева, Г. М. Рахимова, Р. Ф. Исаев // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2013. – № 2(26). – С. 21-24.
74. Казанцева, Е. В. Распространенность болезней сои в северной лесостепи Приобья / Е. В. Казанцева, Л. Ф. Ашмарина // Вестник НГАУ. – 2014. – № 3. – С. 27-31.
75. Кальянова, Р. Г. Приемы агротехники сои на зерно / Р. Г. Кальянова // Технология интенсивного кормопроизводства на орошаемых землях Поволжья: сборник научных статей. – Волгоград, 1981. – С. 22-27.
76. Киселева, Л. В. Сравнительная продуктивность зерносенажных кормосмесей на разных уровнях минерального питания / Л. В. Киселева, Е. О.

Трофимова, А. Г. Котрухов // Достижения науки агропромышленному комплексу: сборник научных трудов. – Самара: РИЦ СГСХА, 2014. – С. 110-115.

77. Кияк, Г. Влияние минеральных удобрений на урожай и качество семян сои / Г. Кияк, В. Тучапанский // Зерновые и масличные культуры. – 1968. – № 11. – С. 28-30.

78. Кожемяков, А. П. Эффективность использования препаратов азотфиксирующих микроорганизмов в сельском хозяйстве / А. П. Кожемяков, Л. М. Доросинский // Труды ВНИИСХ микробиологии. – Л., 1989. – Т. 59. – С. 5-13.

79. Колганов, А. В. Мелиорация земель России – дело государственного значения / А. В. Колганов // Мелиорация и водное хозяйство. – 1994. – № 3. – С. 2-6.

80. Коломейченко, В. В. Растениеводство: учебник / В. В. Коломейченко. – М.: Агробизнесцентр, 2007. – 598 с.

81. Конечная, В. П. Десикация сои повышает качество семян / В. П. Конечная // Земледелие. – 1968. – № 11. – С. 39.

82. Конечная, В. П. Последствие экологической дефолиации, или развитие и урожай семенного потомства сои / В. П. Конечная. – Хабаровск, 1968. – Т. 2. – Вып. 1. – С. 35-48.

83. Кононов, В. М. Кормопроизводство на неорошаемых землях Нижнего Поволжья / В. М. Кононов. – Волгоград, 1995. – С. 163-164.

84. Король, Я. Э. Соя культура и использование / Я. Э. Король. – М.: Сельхозгиз. 1981. – 31 с.

85. Корягин, Ю. Г. Результаты исследований по агротехнике сои на юго-востоке Казахстана / Ю. Г. Корягин, Б. М. Анысбаев // Бюллетень научно-технической информации по масличным культурам. – Краснодар, 1980. – Вып. 1. – С. 84-85.

86. Костин, О. В. Эколого-энергическая эффективность биопрепаратов и микроэлементов – синергистов под горох и сою / О. В. Костин, В. И. Костин, А. В. Дозоров // Нива Поволжья. – 2008. – № 3. – С. 31-34.

87. Костяков, А. Н. Основы мелиорации / А. Н. Костяков. – М.: Сельхозиздат, 1960. – 662 с.
88. Кошкарлова, Т. С. Продуктивность адаптированных сортов сои различных групп спелости на каштановых почвах Нижнего Поволжья : специальность 06.01.01 «Общее земледелие, растениеводство» : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Кошкарлова Татьяна Сергеевна. – Саратов, 2019. – 172 с.
89. Кривошлыков, К. М. Анализ состояния и развития производства сои в мире и России / К. М. Кривошлыков, Е. Ю. Рощина, С. А. Козлова // Масличные культуры. – 2016. – № 3(167). – С. 64-69.
90. Кружилин, И. П. Агромелиоративная оценка влагообеспеченности территории Нижнего Поволжья / И. П. Кружилин. – Волгоград, 1976. – 66 с.
91. Кружилин, И. П. Вопросы орошения сои / И. П. Кружилин // Вестник с.-х. науки. – 1967. – № 8. – С. 93-101.
92. Кружилин, И. П. Ландшафтные требования к орошению земель в засушливой зоне / И. П. Кружилин // Сб. науч. тр. / Всероссийский НИИ орошаемого земледелия. – Волгоград, 1994. – С. 3.
93. Кружилин, И. П. Опыт орошения сои в Сарпинской низменности / И. П. Кружилин, Н. П. Саенко // Резервы увеличения производства кормов: сборник трудов ВСХИ. – Волгоград, 1974. – Т. 17. – С. 57-58.
94. Кружилин, И. П. Опыт орошения сои на Нижнем Дону / И. П. Кружилин // Зерновые и масличные культуры. – 1986. – № 4. – С. 41-43.
95. Кружилин, И. П. Орошение сои в Нижнем Поволжье / И. П. Кружилин, Р. Г. Кальянова, Ю. Д. Губаюк. – Волгоград, 1981. – С. 74-81.
96. Кружилин, И. П. Поливной режим сои в Сарпинской низменности / И. П. Кружилин, Н. П. Саенко // Зерновое хозяйство. – 1975. – № 11. – С. 43-44.
97. Кружилин, И. П. Проблемы орошаемого земледелия в степной зоне России / И. П. Кружилин // Вестник Российской Академии с.-х. наук. – 1992. – №2. – С. 38-41.

98. Кружилин, И. П. Режим орошения сои в Нижнем Поволжье / И. П. Кружилин, Л. С. Кальянов // Пути развития кормопроизводства в Волгоградской области. – Волгоград: ВСХИ, 1979. – Т. 21. – С. 123-128.
99. Кружилин, И. П. Соя исходный материал для селекции сои в богарных и орошаемых условиях Нижнего Поволжья: каталог мировой коллекции ВИР / И. П. Кружилин, В. В. Толоконников, М. А. Вишнякова. – Санкт-Петербург, 2000. – Вып. 706. – 56 с.
100. Кружилин, И. П. Эффективность орошения различных сортов сои в Ростовской области / И. П. Кружилин, В. И. Сахнова // Вопросы орошения: труды НИМИ. – Новочеркасск, 1973. – Вып. 4. – Т. 13. – С. 97-104.
101. Крылова, Т. С. Совершенствование системы защиты сои в условиях Амурской области: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.07 / Т. С. Крылова ; Рос. гос. аграр.ун-т – МСХА им. К. А. Тимирязева. – М., 2021. – 139 с.
102. Кудряшов, В. С. Качество зерна сои при орошении / В. С. Кудряшов // Возделывание люцерны и сои в Нижнем Поволжье: сборник научных статей. – Волгоград, 1983. – С. 153-157.
103. Кузин, В. Ф. Возделывание сои на Дальнем Востоке / В. Ф. Кузин // Амурское отделение Хабаровского книжного изд-ва, 1976. – 248 с.
104. Курилова, Д. А. Вредоносность фузариоза сои в зависимости от степени поражения растений / Д. А. Курилова // Масличные культуры. – 2010. – № 2. – С. 84–89.
105. Курчеева, Г. И. Повышение эффективности управления сельскохозяйственным производством на основе применения гибких решений: автореф. дис. канд. эконом наук / Г. И. Курчеева. – Новосибирск, 1990. – 22 с.
106. Кучеренко, Л. А. Сравнительная характеристика сортов сои отечественной и зарубежной селекции по биохимическим признакам /Л. А. Кучеренко, В.С. Петибская, С. Г. Ефименко // Современные проблемы селекции и технологии возделывания сои: сборник статей 2-й Международной конференции по сое. – Краснодар, 2008. – С. 142-149.

107. Ладатко, А. А. Сортовая политика – основа высоких урожаев хорошего качества / А. А. Ладатко // Защита растений в Краснодарском крае. – 2008. – № 1. – С. 1.

108. Ларионов, А. С. Содержание в почве минеральных форм азота в зависимости от применения экспериментального биологического препарата «Агростем» и навоза / А. С. Ларионов, Е. А. Егорова // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России : сборник материалов Международной научно-практической конференции молодых ученых, Пенза, 28–29 марта 2019 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2019. – Том I. – С. 259-263.

109. Лебедевский А. И. Поливной режим сои в зависимости от глубины увлажнения / А. И. Лебедевский. – Краснодар, 1978. – 29 с.

110. Лещенко, А. К. Культура сои / А. К. Лещенко. – Киев: Наукова думка, 1978. – 236 с.

111. Лытов, М. Н. Агроэкологическая оценка сортов и приемов возделывания орошаемой сои на повторно осваиваемых землях Волгоградского Заволжья / М. Н. Лытов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2023. – № 2(70). – С. 191-200.

112. Ляшенко, П. Я. Режим орошения сои и подбор новых перспективных сортов в условиях Заволжья / П. Я. Ляшенко // Научно-технический бюллетень ВНИИ сои. – 1976. – Вып. 3, 4. – С. 100-108.

113. Максимович, Я. В. Фитосанитарная ситуация агроценозов сои в разных агроклиматических условиях / Я. В. Максимович, М. Г. Немкевич // Современные технологии с.-х. производства : сб. науч. ст. по материалам XX Междунар. науч.-практ. конф. (Гродно, 26 мая 2017 г.): технология хранения и переработки с.-х. продукции, агрономия, защита растений / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гродн. гос. аграр. ун-т ; ред.: О. В. Вертинская. – Гродно, 2017. – С. 204-209.

114. Малич, В. А. Режим орошения сои в дельте реки Волги / В. А. Малич // Научно-технический бюллетень ВНИИ сои. – 1976. – Вып. 3, 4. – С. 91-99.
115. Малыш, К. К. Соя в Амурской области / К. К. Малыш. – Благовещенск: Амуриздат, 1951. – 64 с.
116. Мауи, А. А. Патогены сои в условиях Юго-Востока Казахстана / А. А. Мауи, Б. Н. Сауранбаев, К. И. Оразбаев // J. of Social, Humanities and Administrative Sciences. – 2017. – Vol. 3 (5). – P. 20–26.
117. Медведев, Г. А. Экономическая эффективность возделывания масличных культур из семейства – капустные на светло каштановых почвах Волгоградской области / Г. А. Медведев, Н. Г. Екатериничева, А. А. Рязанов // Научные труды Волгоградского клуба докторов наук. – Волгоград: «Сфера», 2017. – С. 78-84.
118. Медведев, Г. А. Энергетическая оценка технологий возделывания сельскохозяйственных культур / Г. А. Медведев, В. М. Иванов, Н. А. Наумов. – Волгоград, 1994. – 24 с.
119. Мезенцев, Н. С. Метод гидролого-климатических расчетов и опыт его применения для районирования Западно-Сибирской равнины по признакам увлажнения и теплообеспеченности / Н. С. Мезенцев // Труды Омского СХИ им. С.М. Кирова. – Омск, 1957. – С. 194.
120. Мельников, Н. Н. Пестициды. Химия, технология и применение / Н. Н. Мельников. – М.: Химия, 1987. – 712 с.
121. Мелиорация и водное хозяйство. Орошение: справочник / под ред. Б. Б. Шумакова. – 6-е изд. – М.: Госагропромиздат, 1990. – 451 с.
122. Методика биоэнергетической оценки технологии производства продукции растениеводства / ВАСХНИЛ. – М., 1983. – 40 с.
123. Методика оценки продуктивности орошаемых земель / И. П. Кружилин, А. С. Морозова, А. Г. Болотник [и др.]. – Волгоград: ВНИИОЗ, 1989. – 45 с.
124. Методические рекомендации по проведению наблюдений на опытах по агротехнике сои / ВНИИМК. – Краснодар, 1979. – 5 с.

125. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса. – М.: Колос, 1972. – 153 с.

126. Михайлова, М. П. Повышение устойчивости сортов сои к воздействию неблагоприятных факторов за счет использования биологически активных веществ в условиях Приамурья : специальность 03.02.08 «Экология (по отраслям)» : диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Михайлова Мария Павловна, 2021. – 147 с.

127. Момот, Я. Г. Сорта сои и районы их распространения / Я. Г. Момот. – М.-Л., 1982. – Вып. 3. – С. 139-195.

128. 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.

129. 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.

130. 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.

131. 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.

132. Москвичев, А. Ю. Оработка 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.

133. 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.

134. Москвичев, А. Ю. Возделывание культур зерно-кормовых севооборотов при многофункциональном орошении дождеванием на землях Нижнего Поволжья: диссертация ... доктора сельскохозяйственных наук: 06.01.01. / Москвичев Александр Юрьевич. – Саратов, 2004. – 464 с.

135. Мукатова, М. Д. Биостимулятор повышения урожайности для сельскохозяйственных культур / М. Д. Мукатова, Т. В. Боева // Рыбпром: технологии и оборудование для переработки водных биоресурсов. – 2010. – № 3. – С. 106-107.

136. Муха, В. Д. Экологически чистая технология возделывания сои / В. Д. Муха, И. А. Оксененко // Земледелие. – 2001. – №5. – С. 14-15.

137. Мякушко, Ю. П. Соя / Ю. П. Мякушко, В. Ф. Баранов. – М.: Колос, 1984. – 332 с.

138. Николаенко, Н. И. Бактериальные удобрения бобовым культурам / Н. И. Николаенко, Е. А. Егорова // Сельскохозяйственное производство Северного Кавказа и Центральных черноземных областей. – 1963. – № 2. – С. 22-23.

139. Ничипорович, А. А. Основы фотосинтетической продуктивности растений / А. А. Ничипорович // Современные проблемы фотосинтеза. – М. : Изд-во Московского университета, 1973. – С. 17-44.

140. Ничипорович, А. А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев / А. А. Ничипорович. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – С. 41 – 81.

141. Новак, А. Г. Возделывание сои / А. Г. Новак. – М.: Россельхозиздат, 1964. – 100 с.

142. Новосадов, И. Н. Диагностика болезней сои: учеб. пособие / И. Н. Новосадов, Л. К. Дубовицкая, Ю. В. Положиева ; М-во сел. хоз-ва РФ,

Дальневосточный ГАУ, Факультет агрономии и экологии. – Благовещенск : Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2017. – 62 с.

143. Огрызкова, Н. И. Развитие корневой системы сои при орошении / Н. И. Огрызкова // Вестник с.-х. науки. – 1967. – № 7. – 25 с.

144. Ольгаренко, В. И. Режим орошения с.-х. культур на юге Европейской части РСФСР: рекомендации / В. И. Ольгаренко ; Минводхоз РСФСР; под ред. Б. Б. Шумакова. – Ростов-на-Дону: Ростов. кн. изд-во, 1986. – 62 с.

145. Оценка биологической эффективности препарата фитодок Planteco® против аскохитоза сои в Алматинской области / И. И. Темрешев [и др.] // Инноватика в современном мире: опыт, проблемы и перспективы развития: сб. науч. ст. по материалам III Междунар. науч.-практ. конф., Уфа, 18 августа 2020 года / Редкол.: И. А. Соловьев [и др.]. – Уфа, 2020. – С. 53-61.

146. Панков, И. С. Урожай семян сои при нитрагинизации / И. С. Панков, З. Ф. Чернышов, Т. Д. Шлыкова // Пути увеличения производства зерна на Северном Кавказе: сб. науч. тр./ ССХИ. – Ставрополь, 1987. – С. 40-44.

147. Пересыпкин, В. Ф. Сельскохозяйственная фитопатология: учебник / В. Ф. Пересыпкин ; ред. Т. В. Островская. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1989. – 480 с.

148. Пивень, В. Т. Защита сои / В. Т. Пивень, В. Ф. Баранов, Ф. И. Дряхлов // Защита и карантин растений. – 2007. – № 3. – С. 78-91.

149. Плешаков, В. Н. Методика полевого опыта в условиях орошения / В. Н. Плешаков. – Волгоград: ВНИИОЗ, 1983. – 148 с.

150. Поляков, Ю. П. Улучшение использования мелиорируемых земель / Ю. П. Поляков // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1978. – № 2. – С. 75-82.

151. Попов, В. М. Соя в условиях Киргизии / В. М. Попов // Бюллетень научно-технической информации по масличным культурам. – Краснодар, 1980. – Вып. 1. – С. 88-89.

152. Посыпанов, Г. С. Методические аспекты изучения симбиотического аппарата бобовых культур в полевых условиях / Г.С. Посыпанов // Известия ТСХА. 1983. – № 5. – С. 17-26.

153. Практикум по растениеводству / Н. В. Парахин, Г. И. Дурнев, В. В. Коломейченко и др. – М.: Колосс, 2010. – 336 с.
154. Примаков, С. А. Влияние намачивания семян стимуляторами роста на энергию прорастания и всхожесть у Змееголовника Молдавского / С. А. Примаков // Аграрный вестник Урала. – 2014. – № 6 (124). – С. 24-25.
155. Ракитин, Ю. В. Применение ростовых веществ в растениеводстве / Ю. В. Ракитин. – М.: Изд-во АН СССР, 1983. – 33 с.
156. Ревенков, Г. О. Режим орошения и удобрение сои на черноземах Курской области : специальность 06.01.02 «Мелиорация, рекультивация и охрана земель» : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Ревенков Григорий Олегович. – Новочеркасск, 2003. – 200 с.
157. Регуляторы роста и биопрепараты в защите сои от церкоспороза [Изучение влияния микробиопрепарата Альбит и регуляторов роста Экстрасол, Новосил и Иммуноцитифит на прорастание конидий гриба *Cercospora sojina*, степень поражения растений сои церкоспорозом и урожайность культуры]. Лукьянчук Л.М., Дега Л.А., Хасбиуллина О.И. // Защита и карантин растений.- 2018.-N 9.-С. 23-24.-Рез. англ.-Библиогр.: с.24. Шифр П1774 // Экологическая безопасность в АПК. Реферативный журнал. – 2020. – № 4. – С. 1015.
158. Ригер, А. Н. Эффективность микробиологических препаратов группы экстрасол / А. Н. Ригер, И. С. Пицыков // Научно-обоснованные системы земледелия: теория и практика : материалы Научно-практической конференции, приуроченной к 80-летнему юбилею В.М. Пенчукова, Ставрополь, 25–26 сентября 2013 года. – Ставрополь: Параграф, 2013. – С. 192-195.
159. Роде, А. А. Методы изучения водного режима почв / А. А. Роде. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 454 с.
160. Роде, А. А. Основы учения о почвенной влаге / А. А. Роде. – Л.: Гидрометеиздат., 1969. – 287с.

161. Роль биопрепаратов и их баковых смесей в повышении болезнеустойчивости и продуктивности сои / А. Т. Фарниев, А. Х. Козырев, А. А. Сабанова, Х. П. Кокоев // Нива Поволжья. – 2019. – № 4(53). – С. 86-92.
162. Рубанов, Н. И. Рынок биопродуктов в растениеводстве / Н. И. Рубанов, А. А. Фомин // Московский экономический журнал. – 2018. – № 3. – С. 76-96.
163. Рубин, И. В. Динамика накопления зеленой массы и питательных веществ в растениях сои / И. В. Рубин // Физиология и биология растений: труды Ставропольского НИИ сельского хозяйства. – Элиста: Калмыцкое книжное издательство, 1969. – Вып. VII. – С. 125-130.
164. Рудин, И. Б. Динамика накопления зеленой массы и питательных веществ в растениях сои / И. Б. Рудин // Труды Ставропольского НИИСХ. – Элиста, 1969. – Вып. 6. – С. 57-60.
165. Руднева, Л. В. Пути повышения эффективности и экологической безопасности орошения в Калмыкии / Л. В. Руднева // Мелиорация и водное хозяйство. – 2000. – № 2. – С. 42.
166. Саенко, Г. М. Фитосанитарный мониторинг основных болезней сои в Краснодарском крае / Г. М. Саенко // Масличные культуры. – 2019. – № 3. – С. 106-113.
167. Саенко, Н. П. Соя в Сарпинской низменности / Н. П. Саенко // Степные просторы. – 1981. – № 4. – 35 с.
168. Седанов, Г. В. Проблемы растительного белка в Нижнем Поволжье решит соя / Г. В. Седанов, В. В. Толоконников, В. И. Толочек // Материалы межведомственной практической конференции. – Волгоград: ВолГУ, 2000. – С. 105-116.
169. Сеньковский, Е. О. Основные листостебельные болезни сои, их биологические особенности развития и вредоносность (обзор литературы) / Е. О. Сеньковский, Н. А. Крупенько // Защита растений: сборник научных трудов / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»; РНДУП «Институт защиты растений». – Минск: «Колорград», 2024. – С. 158-174.

170. Сеферова, И. В. Генофонд сои из коллекции ВИР для продвижения агрономического ареала культуры к северу / И. В. Сеферова, М. А. Вишнякова // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 3(27). – С. 41-47.
171. Системные принципы водоучета и управления водораспределением на оросительной сети / В. Н. Щедрин, Ю. Г. Иваненко, В. И. Ольгаренко и др. – М.: ЦНТИ Мелиоводинформ, 1994. – 236 с.
172. Снеговой, В. С. Водопотребление орошаемой сои / В. С. Снеговой // Зерновые и кормовые культуры на орошаемых землях. – Кишинев: Штиинца, 1972. – С. 172-177.
173. Снеговой, В. С. Эффективность орошения и диагностика поливов сои на юге Украинской ССР: автореф. дис. канд. с.- х наук / В. С. Снеговой. – Одесса, 1967. – 21 с.
174. Сорока, С. В. Десикация зерновых культур в Белоруссии / С. В. Сорока. – Минск: РУП «Институт защиты растений», 2011. – С. 9-10.
175. Соя / А. К. Лещенко, В. И. Сичкарь, В. Г. Михайлов, В. Ф. Марьюшкин. – Киев: Наук. думка, 1987. – 256 с.
176. Соя в Волгоградской области / В. В. Бородычев, М. Н. Лытов, А. М. Салдаев, Д. А. Пахомов. – Волгоград: Панорама, 2008. – 224 с.
177. Соя: некоторые вопросы возделывания в условиях Северо-Кавказского региона / А. А. Абаев, А. А. Тедеева, Д. М. Мамиев, Э. А. Лагкуева. – Владикавказ : Издательский дом Мавраевъ, 2019. – 374 с.
178. Станчева, Й. Атлас болезней сельскохозяйственных культур : в 5 т. / Й. Станчева ; пер. с болгар. Г. Даниловой ; ред.: А. С. Васютин, Л. В. Ширина, О. А. Кулич. – М. : Пенсофт, 2003. – Т. 3: Болезни полевых культур. – 175 с.
179. Старостин, В. А. Техника производства сои / В. А. Старостин. – Хабаровск, 1982. – С. 7-10.
180. Степанова, В. М. Климат и сорт (соя) / В. М. Степанова. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 183 с.
181. Столяров, О. В. Источники повышения белка сои в концентрированных кормах / О. В. Столяров // Кормопроизводство. – 2000. – № 6. – С. 24-26.

182. Сунь, Син-Дун. Соя / Сунь Син-Дун; перевод с китайского Кайгородовой А.М. – М.: Сельхозгиз, 1958. – 248 с.

183. Сырмолот, О. В. Результаты исследований действия биологических препаратов на продуктивность сои / О. В. Сырмолот, В. В. Брагина // Дальневосточный аграрный вестник. – 2016. – № 4(40). – С. 74-80.

184. Сырмолот, О. В. Экстрасол и продуктивность сои в Приморском крае / О. В. Сырмолот // Земледелие. – 2013. – № 3. – С. 47-48.

185. Таргет Агро Агротехнологии. Средства защиты растений, семена сои и гибриды кукурузы, удобрения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://targetagro.ru> (дата обращения 01.07.2025).

186. Таскулова, А. М. Применение биопрепаратов «Гумостим» и «Райкат старт» при возделывании ярового рапса в условиях Северного Казахстана / А. М. Таскулова, Р. С. Сарманова // Перспективы развития АПК в работах молодых учёных: сборник материалов региональной научно-практической конференции молодых учёных, Тюмень, 05 февраля 2014 года / М-во сельского хозяйства РФ, ФГБОУ ВПО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья». – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2014. – Часть 1. – С. 150-153.

187. Технологический процесс приготовления микробиологического биоудобрения и его роль в сельскохозяйственном производстве / А. П. Бондаренко, А. А. Калиева, Н. Н. Бондаренко, Р. А. Гараев, И. С. Панасенко, А.А. Ведерникова // Наука и техника Казахстана. – 2005. – № 4. – С. 26-31.

188. Тильба, В. А. Вирулентность клубеньковых бактерий сои и масштабы усвоения симбиотического азота в почвах Приамурья / В. А. Тильба // Масличные культуры. – 2016. – № 4(168). – С. 61-66.

189. Тихомирова, В. Я. Десикация посевов льна-долгунца / В. Я. Тихомирова, Л. М. Захарова // Защита и карантин растений. – 2009. – № 7. – С. 18-19.

190. Толоконников, В. В. Теоретическое и экспериментальное обоснование технологий возделывания и селекция адаптированных к природным условиям

Нижнего Поволжья сортов сои: специальность 06.01.01 «Общее земледелие, растениеводство», 06.01.05 «Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений»: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Толоконников Владимир Васильевич. – Волгоград, 2010. – 502 с.

191. Толоконников, В. В. Эффективность предпосевной обработки семян различных сортов сои биологически-активными препаратами в условиях капельного орошения / В. В. Толоконников, В. Ф. Лобойко, Н. Г. Дезорцев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – № 2 (30). – С. 35-38.

192. Туманян, А. Ф. Результаты предпосевной инокуляции семян фасоли обыкновенной (*Phaseolus Vulgaris*) азотфиксирующими препаратами в условиях светло-каштановой почв Астраханской области / А. Ф. Туманян, Н. В. Тютюма, А. Н. Бондаренко // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – 2019. – № 2(40). – С. 3-6.

193. Тхагапсоев, М. Х. Влияние инокуляции штаммом ризобий на динамику количества и массы клубеньков растений зернобобовых культур / М. Х. Тхагапсоев, М. М. Токбаев, В. С. Бжеумыхов // Зерновое хозяйство. – 2005. – № 8. – С. 20-21.

194. Тютюма, Н. В. Оценка биологической эффективности гуминового стимулятор роста при возделывании сои / Н. В. Тютюма, А. Н. Бондаренко, А. В. Тютюма // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2025. – Т. 20, № 1(77). – С. 31-33.

195. Уклеин, А. И. Опыт выращивания сои в условиях орошаемого земледелия / А. И. Уклеин. – М., 1961. – 121 с.

196. Федоров, М. В. Принципы построения дифференцированного режима орошения сельскохозяйственных культур / М. В. Федоров // Биологические основы орошаемого земледелия. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – С. 132-140.

197. Федосеев, А. П. Агротехника и погода / А. П. Федосеев. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 240 с.

198. Федотов, В. А. Агротехнологии полевых культур в Центральном Черноземье : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 110400 «Агрономия» / В. А. Федотов, С. В. Кадыров, Д. И. Щедрина ; Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I. – Воронеж : Издательство «Истоки», 2011. – 260 с.

199. Фомин, Г. С. Десикация / Г. С. Фомин // АгроИнновации. – 2007. – С. 25-26.

200. Хасенов, Е. Х. Режим орошения смешанных и чистых посевов кукурузы и сои на светло-каштановых почвах предгорной зоны Алма-Атинской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Е. Х. Хасенов. – Алма-Ата, 1973. – 20 с.

201. Цветкова, М. А. Приемы возделывания сои в условиях орошения / М. А. Цветкова, Р. А. Теремяева // Бюллетень научно-технической информации по масличным культурам. – Краснодар, 1980. – Вып. 1. – С. 35-37.

202. Цзюймей, Ч. Биолого-токсикологическое обоснование использования химических средств для защиты сои от корневой гнили: автореф. дис. ... кандидата биол. наук :06.01.11 / Ч. Цзюймей ; Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений. – СПб., 1998. – 24 с.

203. Чамурлиев, Г. О. Соя при орошении в Нижнем Поволжье / Г. О. Чамурлиев, В. В. Толоконников, О. Г. Чамурлиев ; Волгоградский государственный аграрный университет. – Волгоград, 2018. – 156 с.

204. Чернышенко, П. В. Формирование семенной продуктивности сортов сои в зависимости от сроков и способов предуборочной десикации в условиях восточной части Лесостепи Украины / П. В. Чернышенко // Сб. материалов V международная конференция молодых ученых и специалистов: ВНИИМК. – Краснодар, 2009. – С. 265-271.

205. Чернышов, В. И. Влияние агротехнических приемов и сортовых особенностей сои на урожай и его качество в условиях орошаемого земледелия Волгоградской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / В. И. Чернышов. – Астрахань, 2005. – 23 с.

206. Шамси, М. А. Совершенствование элементов агротехнологии возделывания сои в условиях Центрально-Черноземного региона : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Шамси Мохаммад Ариф, 2024. – 144 с.
207. Швецова, А. М. Химическая десикация яровой пшеницы и мальвы в центральной зоне Коми АССР: автореферат дис. канд. с/х наук / Швецова Анна Михайловна. – Ташкент, 1970. – 20 с.
208. Шевченко, Н. С. Соя на Белгородчине / Н. С. Шевченко // Земледелие. – 2010. – № 3. – С. 9-12.
209. Шумаков, Б. Б. Изучение водопотребления сельскохозяйственных культур – основа проектирования режима орошения // Биологические основы орошаемого земледелия. – М.: Изд. АН СССР, 1958. – С. 33.
210. Шумакова, К. П. Влияние способов полива на урожай и качество зерна сои при орошении / К. П. Шумакова, Л. Н. Мельникова // Пути повышения эффективности использования мелиорируемых земель / ЮжНИИГиМ. – Новочеркасск, 1976. – Вып. XXI. – С. 125-131.
211. Щекутьева, Н. А. Влияние биостимуляторов на урожайность и качество продукции ярового тритикале / Н. А. Щекутьева // Молочнохозяйственный вестник. – 2015. – № 2(18). – С. 65-70.
212. Эффективность возделывания сои на орошении в условиях Волгоградской области / О. Г. Чамурлиев, Г. О. Чамурлиев, Л. А. Феофилова [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2024. – № 7. – С. 61-64.
213. Яковцева, М. Сухая выгода десикации. Эффективные технологии растениеводства / М. Яковцева // Новый Аграрный журнал. – 2011. – № 3. – С. 57-62.
214. Ятчук, П. В. Влияние десикантов на урожайность и посевные качества семян сои в первичном семеноводстве: диссертация канд. с.-х. наук / П. В. Ятчук. – Брянск, 2015. – 128 с.

215. Bharati, M. P. Soybean response to tillage and nitrogen, phosphorus and potassium fertilization / M. P. Bharati, P.K. Whigham, R. D. Voss // *Agron. j.* – 1986. – Vol. 78, Iss. 6. – 947950.
216. Biology, yield loss and control of sclerotinia stem rot of soybean / J. P. Angelique [et al.] // *J. of Integrated Pest Management.* – 2012. – Vol. 3, Iss. 2. – P. 1-7.
217. Biological nitrogen fixation (BNF) by legume crops in Europe / J. A. Baddeley, S. Jones, C. F. E. Topp, C. A. Watson, J. Helming, F. L. Stoddard. – *Legume Futures Report* 1.5. 201.
218. Danielson, G. A. Effect of Sclerotinia Stem Rot on Yield of Soybean Inoculated at Different Growth Stages / G. A. Danielson, B. D. Nelson, T. C. Helms // *Plant Disease.* – 2004. – Vol. 88, Iss. 3. – P. 297-300.
219. Durnev, G. I. The impact of desiccants and growth regulators on the sowing quality of soya seeds / G. I. Durnev, P. V. Yatchuk // *Vestnik Orel GAU. Orel State Adrarian University.* –2013. – Vol. 42, Iss. 3. June. – P. 24-28.
220. Effects of available soil nitrogen and rates of inoculation on nitrogen fixation by irrigated soybeans and evaluation of A15N methods for measurement / F. J. Bergersen, J. Brockwell, R. R. Gault [et al.] // *Austral. J. Agr. Res.* – 1989. – Vol. 40, Iss. 4. – 763780.
221. Frogeye Leaf Spot of Soybean: A Review and Proposed Race Designations for Isolates of *Cercospora sojina* Hara / M. A. R. Mian [et al.] // *Crop Science.* – 2008. – Vol. 48. – P. 14-24.
222. Griffin, J. Flood irrigation in drillplanted soybeans / J. Griffin, R. Habots // *Ric-cexp. st.* – 1981. – Vol. 73. – P. 297-302.
223. Irinyi, L. Szójáról izolált *Phoma* fajok filogenetikai vizsgálata Bayesian analízissel / L. Irinyi, G. Kövics, E. Sándor // *Agrártudományi közlemények.* – 2009. – Vol. 35. – P. 53–61.
224. Jonsen, J. R. Response of soybean to soil moisture regime on Bonhok plain soil during dry season / J. R. Jonsen, R. R. Neupane // *Thai J. Agr. sc.* – 1984. – Vol. 17, Iss. 2. – 129148.

225. Kpoghomou, B. K. Sensitivity to drought stress of three soybean cultivars during different growth stages / B. K. Kpoghomou, V. T. Sapra, C. A. Beyl // *Agron. Crop Ic.* – 1990. – Vol. 164, Iss. 2. – P. 104-109.

226. Singh, G. Distribution, Importance and Diseases of Soybean and Common Bean: A Review / G. Singh, G. Dukariya, A. Kumar // *Biotechnology J. International.* – 2020. – Vol. 24, Iss. 6. – P. 86–98.

227. Soybean-nodulating strains with low intrinsic competitiveness for nodulation, good symbiotic performance, and stress – tolerance isolated from soybean-cropped soils in Argentina / E.T. Iturralde, J.M. Covelli, F. et al. Alvarez, J. Perez-Gimenez, A.R. Lodeiro, C. Arrese-Igor // *Frontiers in Microbiology.* – 2019. – Vol. 10. – May. – P. 1061.

228. Stephenson, D. D. Desiccation of Soybean: Paraquat vs. Sodium Chlorate / D.D. Stephenson, J. Boudreaux, J. Griffin // *LSU Ag Center.* – 2012. – P. 14-24.

229. Toldi, O. Vegetative desiccation tolerance: Is it a goldmine for bioengineering crops / O. Toldi, Z. Tuba, P. Scott // *Science Direct Plant Science.* – 2009. – Vol. 176. – P. 187-199.

230. Ware, G.W. Pesticides. Theory and Application / G.W. Ware. – W. H. Freeman and Company, San Fransisco, 1983. – P . 149-157.

231. Yang, X. B. Soybean Varietal Response and Yield Loss Caused by *Sclerotinia sclerotiorum* / X. B. Yang, P. Lundeen, M. D. Uphoff // *Plant Dis.* – 1999. – Vol. 83, Iss. 5. – P. 456–461.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

**ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ОСНОВНЫХ МЕЖФАЗНЫХ ПЕРИОДОВ
РОСТА И РАЗВИТИЯ СОИ**

Таблица А1 – Продолжительность основных межфазных периодов роста
и развития сои (за 2021-2023 гг.)

Период роста и развития	Год		
	2021	2022	2023
Посев – всходы	10	9	11
Всходы – начало ветвления	19	19	17
Ветвление – начало цветения	14	11	17
Цветение – начало формирования бобов	14	13	13
Формирование бобов – начало налива семян	12	13	11
Налив – начало созревания семян	30	28	28
Начало созревания – полное созревание семян	16	20	23
Посев – полная спелость	115	113	120
Всходы – полная спелость	105	104	109

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ В ГОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Таблица Б 1 - Температура воздуха в годы проведения исследований, 2021-2023 гг., °С

Год	Декада	Месяц												Среднегодовая температура, °С	Сумма температур ≥ 10 °С, °С
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
2021	I	-1,0	-1,6	-1,2	2,2	14,9	17,7	26,4	29,5	15,8	7,7	7,2	2,5		
	II	-8,1	-6,3	-2,7	7,8	19,0	22,4	28,5	28,5	16,1	9,8	-0,5	-1,2		
	III	-2,3	-7,2	1,4	5,3	21,1	28,4	26,8	22,6	10,2	6,0	2,3	-7,5		
	ср.	-3,8	-5,0	-0,8	5,1	18,3	22,8	27,2	26,9	14,0	7,8	3,0	-2,1	9,5	3348,4
2022	I	-2,3	-1,0	-0,6	11,6	11,6	22,7	21,8	28,1	16,0	14,6	2,6	-8,3		
	II	-3,9	0,3	-6,8	12,9	13,4	24,4	25,1	28,1	16,5	9,1	3,8	-2,6		
	III	-4,6	2,7	4,8	14,7	17,3	24,1	23,8	26,5	15,5	6,1	0,9	-0,4		
	ср.	-3,6	0,7	-0,9	13,1	14,1	23,7	23,6	27,6	16,0	9,9	2,5	-3,8	10,2	3215,3
2023	I	-4,9	-5,6	3,1	11,1	14,0	21,1	26,9	29,7	19,5	12,5	9,4	-1,7		
	II	-9,3	-5,5	7,4	10,6	16,9	23,3	21,8	27,7	16,2	10,9	5,7	-4,8		
	III	-5,0	-2,3	10,3	14,6	21,4	21,7	25,5	21,6	19,8	13,3	1,9	1,9		
	ср.	-6,4	-4,4	6,9	12,1	17,4	22,0	24,7	26,3	18,5	12,2	5,7	-1,5	11,1	3335,4
Среднее за 2021-2023 гг.		-4,6	-2,9	1,7	10,1	16,6	22,8	25,2	26,9	16,2	10,0	3,7	-2,5	10,3	3299,7
Среднемноголетнее*		-9,0	-8,3	-2,5	8,2	16,1	21,0	24,2	22,7	15,9	8,3	0,0	-5,5	7,5	-

* Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. – Ч. 1-6. – Вып. 13. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1990. – 725 с.

Таблица Б2 – Количество осадков в годы проведения исследований, 2021-2023 гг., мм

Год	Декада	Месяц												Итого за год
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2021	I	20,6	10,3	21,5	19,8	19,2	44,1	0	0	13,2	0	11	26,1	
	II	43,3	1,7	3,9	16	1	3	4,8	5,8	4	0,6	5,7	12,5	
	III	1,6	6,6	63	13,4	22	0	19	5,3	12,2	0	21,8	32,2	
	сумм.	65,5	18,6	88,8	49,2	42,2	47,1	23,8	11,1	29,4	0,6	38,5	70,8	485,6
2022	I	28,7	21,6	28,8	3,1	0,5	0,0	6,5	0,0	4,5	8,6	0,8	0,0	
	II	43,6	6,7	1,7	3,0	52,3	0,3	7,6	18,3	35,6	7,3	29,2	13,1	
	III	27,8	5,6	2,3	4,1	6,4	0,0	10,0	23,9	10,6	61,5	0,8	14,5	
	сумм.	100,1	33,9	32,8	10,2	59,2	0,3	24,1	27,2	50,7	77,4	30,8	27,6	474,3
2023	I	13,0	1,7	3,1	0,1	15,5	5,0	13,0	0,3	6,3	38,3	5,9	33,9	
	II	0,8	18,7	3,4	18,0	7,0	10,8	3,6	3,3	4,0	0,5	2,1	8,8	
	III	0,3	3,0	2,3	4,6	3,3	13,0	19,0	2,3	0,0	32,3	12,9	13,6	
	сумм.	14,1	23,4	8,8	22,7	25,8	28,8	35,6	5,9	10,3	71,1	20,9	56,3	
Среднее за 2021-2023 гг.		59,9	25,3	43,5	27,4	42,4	25,4	27,8	14,7	30,1	49,7	30,1	51,6	427,9
Среднемноголетнее*		20,0	17,5	25,0	19,0	27,0	40,0	33,0	23,0	27,0	23,0	27,0	27,0	270,0-475,0

* Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. – Ч. 1-6. – Вып. 13. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1990. – 725 с.

Таблица Б3 – Относительная влажность воздуха в годы проведения исследований, 2021-2023 гг., %

Год	Декада	Месяц											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2021	I	85	76	73	65	51	68	36	29	61	56	73	83
	II	80	68	60	54	47	51	31	43	56	59	82	84
	III	81	70	72	57	49	34	32	48	83	71	90	81
	ср.	82	71	68	59	49	51	33	40	66	62	81	83
2022	I	85	76	73	65	51	68	36	29	61	56	73	83
	II	80	68	60	54	47	51	31	43	56	59	82	84
	III	81	70	72	57	49	34	32	48	83	71	90	81
	ср.	82	71	68	59	49	51	33	40	66	62	81	83
2023	I	77	76	67	51	52	42	45	35	43	61	82	81
	II	74	79	57	44	46	41	53	35	56	62	85	78
	III	69	70	90	61	58	48	44	40	40	65	84	87
	ср.	73	75	61	52	52	44	47	37	46	62	84	82
Среднее за 2021-2023 гг		79	72	66	57	50	49	38	39	59	62	82	83
Среднемноголетнее*		82	76	68	62	53	50	53	54	59	74	81	85

* Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. – Ч. 1-6. – Вып. 13. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1990. – 725 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Данные анализа растительных образцов (в воздушно-сухой пробе)

Таблица В1 – Данные анализа растительных образцов (в воздушно-сухой пробе), 2021-2023 гг.

Вариант опыта	N _{общ.} , %				P, %				K, %				Сырой жир, %				Клетчатка			
	2021	2022	2023	среднее	2021	2022	2023	среднее	2021	2022	2023	среднее	2021	2022	2023	среднее	2021	2022	2023	среднее
70-80-70 % НВ																				
без инокуляции																				
Контроль	33,00	28,60	24,70	28,77	0,81	0,74	0,97	0,84	2,00	2,05	2,20	2,08	17,42	19,81	20,32	19,18	8,52	6,92	9,00	8,15
Фунгицид	33,31	32,19	26,80	30,77	0,74	0,84	0,93	0,84	1,95	2,05	2,20	2,07	17,78	20,40	21,23	19,80	9,58	8,40	9,76	9,25
Природный минерал	34,81	34,88	29,54	33,08	0,77	0,86	0,82	0,82	2,05	2,15	2,10	2,10	19,19	21,23	21,63	20,68	9,76	9,12	9,90	9,59
Биокомплекс	35,50	36,25	31,27	34,34	0,75	0,89	0,89	0,84	1,95	2,15	2,15	2,08	19,67	21,94	22,15	21,25	10,26	9,30	10,3	9,95
с инокуляцией																				
Контроль	33,31	30,00	25,72	29,68	0,76	0,95	0,87	0,86	1,95	2,15	2,15	2,08	17,46	20,26	20,66	19,46	8,76	7,46	9,08	8,43
Фунгицид	34,38	32,81	27,44	31,54	0,78	0,79	0,82	0,80	2,05	2,10	2,15	2,10	18,28	20,72	21,43	20,14	9,66	9,10	9,94	9,57
Природный минерал	35,94	34,88	29,67	33,49	0,73	0,88	0,97	0,86	1,95	2,20	2,15	2,10	19,26	21,48	21,78	20,84	10,22	9,34	10,42	9,99
Биокомплекс	36,25	36,75	30,81	34,60	0,74	0,82	0,91	0,82	1,90	2,10	2,20	2,07	19,96	22,32	22,27	21,52	11,22	9,38	11,02	10,54
80 % НВ																				
без инокуляции																				
Контроль	33,31	30,63	26,67	30,20	0,88	0,86	0,96	0,90	2,05	2,15	2,25	2,15	17,68	20,43	20,78	19,63	8,92	8,30	9,30	8,84
Фунгицид	35,25	33,75	28,03	32,34	0,85	0,88	0,95	0,89	2,00	2,10	2,20	2,10	18,30	21,04	21,49	20,28	9,76	9,14	10,18	9,69
Природный минерал	35,94	35,63	30,27	33,94	0,89	0,91	0,91	0,90	2,05	2,15	2,20	2,13	20,46	21,74	21,81	21,34	10,6	9,70	10,52	10,27
Биокомплекс	36,25	38,56	35,63	36,81	0,8	0,84	0,93	0,86	1,95	2,10	2,20	2,08	21,13	22,36	22,58	22,02	11,36	10,02	11,08	10,82
с инокуляцией																				
Контроль	35,06	30,94	27,81	31,27	0,74	0,92	0,92	0,86	1,90	2,20	2,15	2,08	18,71	20,57	21,18	20,15	9,48	8,96	9,56	9,33
Фунгицид	35,94	34,25	29,38	33,19	0,84	0,84	0,93	0,87	2,00	2,10	2,20	2,10	19,02	21,21	21,73	20,65	9,88	9,24	10,24	9,79
Природный минерал	36,25	36,88	31,25	34,79	0,74	0,93	0,93	0,87	1,95	2,15	2,15	2,08	19,38	22,57	22,49	21,48	10,78	9,7	10,74	10,41
Биокомплекс	37,06	38,56	36,25	37,29	0,76	0,84	0,88	0,83	1,90	2,05	2,10	2,02	21,48	23,83	23,02	22,78	13,10	10,7	11,38	11,73

Продолжение таблицы В1

Вариант опыта	Нитраты, мг/кг				Зола, %				Ca, %				Mg %				Гигровлага, %			
	2021	2022	2023	среднее	2021	2022	2023	среднее	2021	2022	2023	среднее	2021	2022	2023	среднее	2021	2022	2023	среднее
70-80-70 % НВ																				
без инокуляции																				
Контроль	103,77	80,57	36,82	73,72	6,47	5,91	6,87	6,42	0,24	0,48	0,32	0,35	0,29	0,24	0,29	0,27	5,33	5,63	5,4	5,45
Фунгицид	119,17	94,64	24,89	79,57	6,28	6,28	6,75	6,44	0,08	0,56	0,4	0,35	0,29	0,19	0,24	0,24	5,39	5,6	5,3	5,43
Природный минерал	103,77	103,76	21,68	76,40	6,41	6,34	6,24	6,33	0,16	0,4	0,4	0,32	0,29	0,38	0,24	0,30	5,38	5,78	5,44	5,53
Биокомплекс	80,57	108,68	24,89	71,38	6,33	6,62	6,52	6,49	0,16	0,48	0,32	0,32	0,33	0,19	0,34	0,29	5,35	5,83	5,32	5,50
с инокуляцией																				
Контроль	119,17	124,75	13,68	85,87	6,56	7,08	6,37	6,67	0,24	0,56	0,32	0,37	0,38	0,24	0,34	0,32	5,26	5,65	5,45	5,45
Фунгицид	116,43	80,57	21,68	72,89	6,43	6,28	6,42	6,38	0,16	0,48	0,32	0,32	0,29	0,19	0,38	0,29	5,32	5,59	5,35	5,42
Природный минерал	108,68	90,39	26,06	75,04	6,19	6,7	6,78	6,56	0,24	0,56	0,4	0,40	0,29	0,14	0,24	0,22	5,31	5,6	5,44	5,45
Биокомплекс	127,67	101,42	18,03	82,37	6,16	6,4	6,54	6,37	0,08	0,48	0,4	0,32	0,38	0,14	0,38	0,30	5,16	5,68	5,52	5,45
80 % НВ																				
без инокуляции																				
Контроль	172,25	113,77	49,67	111,90	4,4	6,48	7,07	5,98	0,16	0,24	0,32	0,24	0,29	0,34	0,34	0,32	5,34	5,66	5,38	5,46
Фунгицид	111,21	124,75	47,46	94,47	4,2	6,57	6,87	5,88	0,08	0,24	0,32	0,21	0,24	0,48	0,34	0,35	5,17	5,61	5,63	5,47
Природный минерал	160,07	124,75	63,97	116,26	4,56	6,58	6,64	5,93	0,16	0,32	0,32	0,27	0,29	0,1	0,38	0,26	5,14	5,62	5,5	5,42
Биокомплекс	108,68	103,76	50,82	87,75	4,15	6,27	6,93	5,78	0,16	0,24	0,4	0,27	0,19	0,24	0,29	0,24	5,32	5,6	5,47	5,46
с инокуляцией																				
Контроль	127,67	111,2	39,46	92,78	6,18	6,74	6,68	6,53	0,16	0,56	0,4	0,37	0,29	0,29	0,24	0,27	5,43	5,47	5,67	5,52
Фунгицид	121,91	111,2	38,56	90,56	4,02	6,26	6,62	5,63	0,16	0,24	0,32	0,24	0,29	0,34	0,29	0,31	5,4	5,61	5,58	5,53
Природный минерал	124,75	124,75	36,82	95,44	6,46	6,63	6,7	6,60	0,16	0,32	0,4	0,29	0,24	0,29	0,43	0,32	5,34	5,53	5,39	5,42
Биокомплекс	106,2	111,2	28,58	81,99	6,41	6,43	6,31	6,38	0,16	0,72	0,48	0,45	0,29	0,05	0,14	0,16	5,57	5,46	5,35	5,46

ПРИЛОЖЕНИЕ Г**ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ**

Таблица Г1 – Продолжительность вегетационного периода по изучаемым факторам, среднее за 2021-2023 гг.

Варианты опыта	Продолжительность вегетационного периода, дней
70-80-70 % НВ	
без инокуляции	
Контроль	106
Фунгицид	108
Природный минерал	109
Биокомплекс	111
с инокуляцией	
Контроль	108
Фунгицид	110
Природный минерал	111
Биокомплекс	113
80 % НВ	
без инокуляции	
Контроль	109
Фунгицид	111
Природный минерал	112
Биокомплекс	114
с инокуляцией	
Контроль	111
Фунгицид	113
Природный минерал	114
Биокомплекс	117

Таблица Г2 – Средняя температура воздуха по фазам роста и развития сои, среднее за 2021-2023 гг.

Период роста и развития	Год		
	2021	2022	2023
Посев – всходы	22,1	13,7	15,2
Всходы – начало ветвления	19,8	20,6	20,5
Ветвление – начало цветения	26,3	24,6	22,7
Цветение – начало формирования бобов	27,6	22,1	21,3
Формирование бобов – начало налива семян	29,3	25,5	26,1
Налив – начало созревания семян	28,4	26,3	25,9
Начало созревания – полное созревание семян	21,0	25,8	24,7
Продолжительность периода: посев – полная спелость	24,9	22,7	22,3
Всходы – полная спелость	25,4	24,2	23,6

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

СТРУКТУРА УРОЖАЯ ЗЕРНА СОИ ПО ИЗУЧАЕМЫМ ФАКТОРАМ

Таблица Д1 – Структура урожая зерна сои по изучаемым факторам, 2021-2023 гг.

Вариант опыта	Масса зерна с одного растения, г				Масса 1000 зерен, г				Высота прикрепления нижнего боба, м			
	2021	2022	2023	среднее	2021	2022	2023	среднее	2021	2022	2023	среднее
70-80-70 % НВ												
без инокуляции												
Контроль	3,80	3,78	4,63	4,07	103,80	101,20	105,80	103,60	0,10	0,13	0,13	0,12
Фунгицид	4,36	4,31	4,82	4,50	112,50	110,50	113,20	112,07	0,10	0,13	0,15	0,13
Природный минерал	4,88	4,82	5,45	5,05	125,35	122,70	131,25	126,43	0,11	0,15	0,14	0,13
Биокомплекс	5,52	5,44	5,69	5,55	134,25	131,80	144,95	137,00	0,12	0,16	0,13	0,14
с инокуляцией												
Контроль	5,46	5,31	6,02	5,60	113,20	110,30	122,30	115,27	0,11	0,14	0,12	0,12
Фунгицид	5,60	5,56	6,13	5,76	122,30	115,20	133,80	123,77	0,11	0,14	0,14	0,13
Природный минерал	6,74	6,69	6,72	6,72	134,30	130,60	144,90	136,60	0,12	0,15	0,13	0,13
Биокомплекс	8,24	8,19	8,30	8,24	146,10	141,95	154,10	147,38	0,13	0,17	0,12	0,14
80 % НВ												
без инокуляции												
Контроль	6,05	6,00	7,01	6,35	119,10	114,60	128,05	120,58	0,11	0,15	0,14	0,13
Фунгицид	6,80	6,65	7,45	6,97	126,90	120,45	131,70	126,35	0,11	0,15	0,17	0,14
Природный минерал	7,10	7,02	8,00	7,37	138,60	133,80	146,75	139,72	0,13	0,16	0,15	0,15
Биокомплекс	8,30	8,29	8,60	8,40	149,00	144,90	151,40	148,43	0,13	0,18	0,14	0,15
с инокуляцией												
Контроль	7,29	7,20	9,03	7,84	132,90	131,25	146,10	136,75	0,11	0,16	0,13	0,13
Фунгицид	7,60	7,49	10,16	8,42	139,70	137,90	154,10	143,90	0,11	0,17	0,16	0,15
Природный минерал	9,00	8,96	10,38	9,45	144,95	148,10	155,90	149,65	0,12	0,18	0,15	0,15
Биокомплекс	10,30	10,21	12,25	10,92	155,90	157,00	174,15	162,35	0,14	0,19	0,13	0,15

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПО ИЗУЧАЕМЫМ ВАРИАНТАМ

Таблица Е1 – Фотосинтетическая активность по изучаемым вариантам, 2021 год

Вариант опыта	Максимальная площадь листьев, тыс. м ² /га	Фотосинтетический потенциал, м ² /га*дней	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м ² сутки	Сухая биомасса
70-80-70 % НВ				
без инокуляции				
Контроль	17,40	1083	2,66	2,88
Фунгицид	17,80	1186	2,80	3,32
Природный минерал	21,20	1287	2,90	3,74
Биокомплекс	21,50	1347	3,15	4,24
с инокуляцией				
Контроль	19,20	1363	2,86	3,90
Фунгицид	19,60	1349	3,10	4,18
Природный минерал	23,90	1508	3,30	4,98
Биокомплекс	25,30	1628	3,33	5,42
80 % НВ				
без инокуляции				
Контроль	24,3	1462	2,94	4,3
Фунгицид	24,5	1480	3,1	4,58
Природный минерал	25,2	1617	3,23	5,22
Биокомплекс	25,9	1661	3,53	5,86
с инокуляцией				
Контроль	26,6	1646	3,36	5,54
Фунгицид	26,3	1681	3,46	5,82
Природный минерал	27,4	1862	3,67	6,84
Биокомплекс	28,4	1967	3,97	7,8

Таблица Е2 – Фотосинтетическая активность по изучаемым вариантам, 2022 год

Вариант опыта	Максимальная площадь листьев, тыс. м ² /га	Фотосинтетический потенциал, м ² /га*дней	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м ² сутки	Сухая биомасса
70-80-70 % НВ				
без инокуляции				
Контроль	18,40	1122	3,19	3,58
Фунгицид	22,30	1372	2,94	4,03
Природный минерал	23,70	1513	2,93	4,43
Биокомплекс	24,20	1532	3,25	4,99
с инокуляцией				
Контроль	24,30	1522	3,05	4,65
Фунгицид	26,50	1614	3,12	5,03
Природный минерал	27,80	1827	3,26	5,95
Биокомплекс	29,70	2038	3,05	7,13
80 % НВ				
без инокуляции				
Контроль	27,80	1580	3,38	5,35
Фунгицид	25,60	1664	3,47	5,77
Природный минерал	28,00	1781	3,55	6,33
Биокомплекс	29,80	1809	3,84	6,95
с инокуляцией				
Контроль	29,60	1783	3,75	6,68
Фунгицид	29,50	1946	3,61	7,03
Природный минерал	36,80	2544	3,28	8,35
Биокомплекс	37,30	2496	3,85	9,60

Таблица ЕЗ – Фотосинтетическая активность по изучаемым вариантам, 2023 год

Вариант опыта	Максимальная площадь листьев, тыс. м ² /га	Фотосинтетический потенциал, м ² /га*дней	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м ² сутки	Сухая биомасса
70-80-70 % НВ				
без инокуляции				
Контроль	25,90	1457	3,33	4,85
Фунгицид	26,00	1676	3,33	5,58
Природный минерал	26,50	1713	3,52	6,03
Биокомплекс	31,50	1881	3,70	6,95
с инокуляцией				
Контроль	26,50	1642	3,50	5,75
Фунгицид	27,50	1655	3,74	6,20
Природный минерал	29,40	1949	3,72	7,25
Биокомплекс	31,70	2082	3,77	7,85
80 % НВ				
без инокуляции				
Контроль	30,20	1798	3,45	6,20
Фунгицид	30,70	2016	3,38	6,81
Природный минерал	31,60	1945	3,78	7,35
Биокомплекс	34,75	2252	3,81	8,58
с инокуляцией				
Контроль	33,60	2124	3,55	7,55
Фунгицид	34,50	2130	3,76	8,00
Природный минерал	37,60	2695	3,23	8,71
Биокомплекс	42,80	2795	3,56	9,95

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

РЕЗУЛЬТАТЫ ДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА

Таблица Ж1 – Результаты дисперсионного анализа по белку, 2021

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F ф	F (05)
Общая	1,92577	47	-	-	-
Повторений	0,01012	2	-	-	-
Фактор А	0,33001	1	0,33001	259,51	4,17
Фактор В	0,24083	1	0,24083	189,38	4,17
Фактор С	1,20280	3	0,40093	315,28	2,92
Взаимодействия АВ	0,00001	1	0,00001	0,01	4,17
Взаимодействия АС	0,03582	3	0,01194	9,39	2,92
Взаимодействия ВС	0,00660	3	0,00220	1,73	2,92
Взаимодействия АВС	0,06143	3	0,02048	16,10	2,92
Остаток (ошибки)	0,03815	30	0,00127	-	-

t (05)	2,04
Ошибка опыта	0,02
Ошибка разности средних	0,03
НСР 05 (общая)	0,06
НСР 05 (%)	1,06
Ошибка разности средних по фактору А	0,01
НСР 05 А	0,02
Ошибка разности средних по фактору В	0,01
НСР 05 В	0,02
Ошибка разности средних по фактору С	0,01
НСР 05 С	0,03
Ошибка разности средних по взаимодействию АВ	0,02
НСР 05 АВ	0,04
Ошибка разности средних по взаимодействию АС	0,02
НСР 05 АС	0,04
Ошибка разности средних по взаимодействию ВС	0,01
НСР 05 ВС	0,03
Ошибка разности средних по взаимодействию АВС	0,01
НСР 05 АВС	0,03

Таблица Ж2 – Результаты дисперсионного анализа по белку, 2022

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F ф	F (05)
Общая	10,61720	47	-	-	-
Повторений	0,01804	2	-	-	-
Фактор А	0,79568	1	0,79568	1039,53	4,17
Фактор В	0,10268	1	0,10268	134,14	4,17
Фактор С	9,58140	3	3,19380	4172,63	2,92
Взаимодействия АВ	0,00120	1	0,00120	1,57	4,17
Взаимодействия АС	0,02182	3	0,00727	9,50	2,92
Взаимодействия ВС	0,01522	3	0,00507	6,63	2,92
Взаимодействия АВС	0,05820	3	0,01940	25,35	2,92
Остаток (ошибки)	0,02296	30	0,00077	-	-

t (05)	2,04
Ошибка опыта	0,02
Ошибка разности средних	0,02
НСР 05 (общая)	0,05
НСР 05 (%)	0,84
Ошибка разности средних по фактору А	0,01
НСР 05 А	0,02
Ошибка разности средних по фактору В	0,01
НСР 05 В	0,02
Ошибка разности средних по фактору С	0,01
НСР 05 С	0,02
Ошибка разности средних по взаимодействию АВ	0,02
НСР 05 АВ	0,03
Ошибка разности средних по взаимодействию АС	0,02
НСР 05 АС	0,03
Ошибка разности средних по взаимодействию ВС	0,01
НСР 05 ВС	0,02
Ошибка разности средних по взаимодействию АВС	0,01
НСР 05 АВС	0,02

Таблица ЖЗ – Результаты дисперсионного анализа по белку, 2023

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F ф	F (05)
Общая	21,73152	47	-	-	-
Повторений	0,02420	2	-	-	-
Фактор А	4,65008	1	4,65008	46500,75	4,17
Фактор В	0,55470	1	0,55470	5547,00	4,17
Фактор С	14,88128	3	4,96042	49604,25	2,92
Взаимодействия АВ	0,01080	1	0,01080	108,00	4,17
Взаимодействия АС	1,47188	3	0,49063	4906,25	2,92
Взаимодействия ВС	0,06795	3	0,02265	226,50	2,92
Взаимодействия АВС	0,06765	3	0,02255	225,50	2,92
Остаток (ошибки)	0,00300	30	0,00010	-	-

t (05)	2,04
Ошибка опыта	0,01
Ошибка разности средних	0,01
НСР 05 (общая)	0,02
НСР 05 (%)	0,38
Ошибка разности средних по фактору А	0,00
НСР 05 А	0,01
Ошибка разности средних по фактору В	0,00
НСР 05 В	0,01
Ошибка разности средних по фактору С	0,00
НСР 05 С	0,01
Ошибка разности средних по взаимодействию АВ	0,01
НСР 05 АВ	0,01
Ошибка разности средних по взаимодействию АС	0,01
НСР 05 АС	0,01
Ошибка разности средних по взаимодействию ВС	0,00
НСР 05 ВС	0,01
Ошибка разности средних по взаимодействию АВС	0,00
НСР 05 АВС	0,01

Таблица Ж4 – Результаты дисперсионного анализа по жиру, 2021

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F ф	F (05)
Общая	70,97333	47	-	-	-
Повторений	0,02326	2	-	-	-
Фактор А	9,66608	1	9,66608	33965,71	4,17
Фактор В	0,72030	1	0,72030	2531,07	4,17
Фактор С	54,97898	3	18,32633	64397,04	2,92
Взаимодействия АВ	0,00120	1	0,00120	4,22	4,17
Взаимодействия АС	1,42087	3	0,47362	1664,28	2,92
Взаимодействия ВС	2,40135	3	0,80045	2812,71	2,92
Взаимодействия АВС	1,75275	3	0,58425	2053,00	2,92
Остаток (ошибки)	0,00854	30	0,00028	-	-

t (05)	2,04
Ошибка опыта	0,01
Ошибка разности средних	0,01
НСР 05 (общая)	0,03
НСР 05 (%)	0,15
Ошибка разности средних по фактору А	0,00
НСР 05 А	0,01
Ошибка разности средних по фактору В	0,00
НСР 05 В	0,01
Ошибка разности средних по фактору С	0,01
НСР 05 С	0,01
Ошибка разности средних по взаимодействию АВ	0,01
НСР 05 АВ	0,02
Ошибка разности средних по взаимодействию АС	0,01
НСР 05 АС	0,02
Ошибка разности средних по взаимодействию ВС	0,01
НСР 05 ВС	0,01
Ошибка разности средних по взаимодействию АВС	0,01
НСР 05 АВС	0,01

Таблица Ж5 – Результаты дисперсионного анализа по жиру, 2022

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F ф	F (05)
Общая	49,69468	47	-	-	-
Повторений	0,02880	2	-	-	-
Фактор А	5,85902	1	5,85902	146475,47	4,17
Фактор В	3,01502	1	3,01502	75375,47	4,17
Фактор С	38,22951	3	12,74317	318579,22	2,92
Взаимодействия АВ	0,27452	1	0,27452	6862,97	4,17
Взаимодействия АС	0,46101	3	0,15367	3841,72	2,92
Взаимодействия ВС	0,86781	3	0,28927	7231,72	2,92
Взаимодействия АВС	0,95781	3	0,31927	7981,72	2,92
Остаток (ошибки)	0,00120	30	0,00004	-	-

t (05)	2,04
Ошибка опыта	0,01
Ошибка разности средних	0,01
НСР 05 (общая)	0,01
НСР 05 (%)	0,05
Ошибка разности средних по фактору А	0,01
НСР 05 А	0,00
Ошибка разности средних по фактору В	0,01
НСР 05 В	0,01
Ошибка разности средних по фактору С	0,01
НСР 05 С	0,01
Ошибка разности средних по взаимодействию АВ	0,01
НСР 05 АВ	0,01
Ошибка разности средних по взаимодействию АС	0,01
НСР 05 АС	0,01
Ошибка разности средних по взаимодействию ВС	0,01
НСР 05 ВС	0,01
Ошибка разности средних по взаимодействию АВС	0,01
НСР 05 АВС	0,01

Таблица Ж6 – Результаты дисперсионного анализа по жиру, 2023

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F ф	F (05)
Общая	24,35428	47	-	-	-
Повторений	0,02161	2	-	-	-
Фактор А	2,44352	1	2,44352	6115,17	4,17
Фактор В	1,23842	1	1,23842	3099,28	4,17
Фактор С	20,12766	3	6,70922	16790,54	2,92
Взаимодействия АВ	0,16922	1	0,16922	423,49	4,17
Взаимодействия АС	0,15036	3	0,05012	125,43	2,92
Взаимодействия ВС	0,06936	3	0,02312	57,86	2,92
Взаимодействия АВС	0,12216	3	0,04072	101,90	2,92
Остаток (ошибки)	0,01199	30	0,00040	-	-

t (05)	2,04
Ошибка опыта	0,01
Ошибка разности средних	0,02
НСР 05 (общая)	0,03
НСР 05 (%)	0,15
Ошибка разности средних по фактору А	0,01
НСР 05 А	0,01
Ошибка разности средних по фактору В	0,01
НСР 05 В	0,01
Ошибка разности средних по фактору С	0,01
НСР 05 С	0,02
Ошибка разности средних по взаимодействию АВ	0,01
НСР 05 АВ	0,02
Ошибка разности средних по взаимодействию АС	0,01
НСР 05 АС	0,02
Ошибка разности средних по взаимодействию ВС	0,01
НСР 05 ВС	0,02
Ошибка разности средних по взаимодействию АВС	0,01
НСР 05 АВС	0,01

Таблица Ж7 – Результаты дисперсионного анализа по урожайности, 2021

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F ф	F (05)
Общая	18,81435	47	-	-	-
Повторений	0,02538	2	-	-	-
Фактор А	8,27510	1	8,27510	19566,74	4,17
Фактор В	4,99875	1	4,99875	11819,71	4,17
Фактор С	5,06611	3	1,68870	3992,99	2,92
Взаимодействия АВ	0,14410	1	0,14410	340,73	4,17
Взаимодействия АС	0,13246	3	0,04415	104,40	2,92
Взаимодействия ВС	0,13041	3	0,04347	102,78	2,92
Взаимодействия АВС	0,02936	3	0,00979	23,14	2,92
Остаток (ошибки)	0,01269	30	0,00042	-	-

t (05)	2,04
Ошибка опыта	0,01
Ошибка разности средних	0,02
НСР 05 (общая)	0,03
НСР 05 (%)	1,39
Ошибка разности средних по фактору А	0,01
НСР 05 А	0,01
Ошибка разности средних по фактору В	0,01
НСР 05 В	0,01
Ошибка разности средних по фактору С	0,01
НСР 05 С	0,02
Ошибка разности средних по взаимодействию АВ	0,01
НСР 05 АВ	0,02
Ошибка разности средних по взаимодействию АС	0,01
НСР 05 АС	0,02
Ошибка разности средних по взаимодействию ВС	0,01
НСР 05 ВС	0,02
Ошибка разности средних по взаимодействию АВС	0,01
НСР 05 АВС	0,01

Таблица Ж8 – Результаты дисперсионного анализа по урожайности, 2022

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F ф	F (05)
Общая	19,02513	47	-	-	-
Повторений	0,13276	2	-	-	-
Фактор А	8,09342	1	8,09342	15266,60	4,17
Фактор В	5,18110	1	5,18110	9773,10	4,17
Фактор С	4,97336	3	1,65779	3127,08	2,92
Взаимодействия АВ	0,06825	1	0,06825	128,74	4,17
Взаимодействия АС	0,04734	3	0,01578	29,77	2,92
Взаимодействия ВС	0,50212	3	0,16737	315,72	2,92
Взаимодействия АВС	0,01087	3	0,00362	6,84	2,92
Остаток (ошибки)	0,01590	30	0,00053	-	-

t (05)	2,04
Ошибка опыта	0,01
Ошибка разности средних	0,02
НСР 05 (общая)	0,04
НСР 05 (%)	1,60
Ошибка разности средних по фактору А	0,01
НСР 05 А	0,01
Ошибка разности средних по фактору В	0,01
НСР 05 В	0,01
Ошибка разности средних по фактору С	0,01
НСР 05 С	0,02
Ошибка разности средних по взаимодействию АВ	0,01
НСР 05 АВ	0,03
Ошибка разности средних по взаимодействию АС	0,01
НСР 05 АС	0,03
Ошибка разности средних по взаимодействию ВС	0,01
НСР 05 ВС	0,02
Ошибка разности средних по взаимодействию АВС	0,01
НСР 05 АВС	0,02

Таблица Ж9 – Результаты дисперсионного анализа по урожайности, 2023

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F ф	F (05)
Общая	13,01907	47	-	-	-
Повторений	0,19552	2	-	-	-
Фактор А	4,82601	1	4,82601	4687,97	4,17
Фактор В	2,40307	1	2,40307	2334,34	4,17
Фактор С	5,38155	3	1,79385	1742,54	2,92
Взаимодействия АВ	0,07363	1	0,07363	71,53	4,17
Взаимодействия АС	0,05741	3	0,01914	18,59	2,92
Взаимодействия ВС	0,03538	3	0,01179	11,45	2,92
Взаимодействия АВС	0,01562	3	0,00521	5,06	2,92
Остаток (ошибки)	0,03088	30	0,00103	-	-

t (05)	2,04
Ошибка опыта	0,02
Ошибка разности средних	0,03
НСР 05 (общая)	0,05
НСР 05 (%)	1,88
Ошибка разности средних по фактору А	0,01
НСР 05 А	0,02
Ошибка разности средних по фактору В	0,01
НСР 05 В	0,02
Ошибка разности средних по фактору С	0,01
НСР 05 С	0,03
Ошибка разности средних по взаимодействию АВ	0,02
НСР 05 АВ	0,04
Ошибка разности средних по взаимодействию АС	0,02
НСР 05 АС	0,04
Ошибка разности средних по взаимодействию ВС	0,01
НСР 05 ВС	0,03
Ошибка разности средних по взаимодействию АВС	0,01
НСР 05 АВС	0,02

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Акты внедрения в производство результатов научно-исследовательской работы

31 - Акт внедрения в производство результатов научно-исследовательской работы

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ВНИИОЗ – филиал ФГБНУ
«ФНЦ ВНИИГ им. А.Н. Костякова»
член-корр. РАН, д-р техн. наук
А.Е. Новиков

« 30 » октября 2025 г.

АКТ

внедрения в производство результатов научно-исследовательской работы Агаповой Светланы Александровны

Наименование НИР, представленной к внедрению: «Технология возделывания сои на светло-каштановых орошаемых почвах Нижнего Поволжья».

Каким научным учреждением мероприятие предложено к внедрению: Всероссийским научно-исследовательским институтом орошаемого земледелия – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова».

Кем и когда принято решение о внедрении мероприятия: на заседании секции «Орошаемое земледелие» ученого совета Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова», протокол № 1 от 22.01.2024 г.

Наименование хозяйства: Опытная станция «Орошаемая», пос. Водный, Городищенский район, Волгоградская область.

Календарные сроки внедрения: апрель 2024 г. – октябрь 2025 г.

Основные показатели внедряемой технологии: посевы сои сорта Волгоградка 2 на общей площади 40 га при орошении с поддержанием предпосевного порога 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 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) и Гумэл БорМолибден (1 л/га)) в фазу «цветение». Проведение предуборочной десикации посевов сои за 14 дней до уборки препаратом бишофит (30 %-ной концентрации, 21 л/га).

Фактический экономический эффект: за два года возделывания была получена урожайность зерна сои 3,76 т/га в 2024 г. и 3,51 т/га в 2025 году с содержанием белка в среднем 37,10 %, жира –22,68 %. Уровни рентабельности 198,2 и 187,9 %.

От ВНИИОЗ – филиал ФГБНУ «ФНЦ
ВНИИГ им. А.Н. Костякова»

Научный сотрудник отдела орошаемого
земледелия и агроэкологии

Агапова С.А.

32 - Акт внедрения в производство результатов научно-исследовательской работы

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ВНИИОЗ – филиал
ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ
им. А.Н. Костякова»
член-корр. РАН, д.т.н.
А.Е. Новиков
«30» октября 2025 г.



УТВЕРЖДАЮ:

КФХ «Выборнов В.Д.»
«30» октября 2025 г.



АКТ

внедрения в производство результатов научно-исследовательской работы Агаповой Светланы Александровны

Наименование НИР, представленной к внедрению: «Технология возделывания сои на светло-каштановых орошаемых почвах Нижнего Поволжья».

Каким научным учреждением мероприятие предложено к внедрению: Всероссийским научно-исследовательским институтом орошаемого земледелия – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова».

Кем и когда принято решение о внедрении мероприятия: на заседании секции «Орошаемое земледелие» ученого совета Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова», протокол № 1 от 22.01.2024 г.

Наименование хозяйства: КФХ «Выборнов В.Д.», Ленинский район, Волгоградская область.

Календарные сроки внедрения: апрель 2024 г. – октябрь 2025 г.

Основные показатели внедряемой технологии: посевы сои сорта Волгоградка 2 на общей площади 30 га при орошении с поддержанием предполивного порога 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 фоллиарной 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) и Гумэл БорМолибден (1 л/га)) в фазу «цветение». Проведение предуборочной десикации посевов сои за 14 дней до уборки препаратом бишофит (30 %-ной концентрации, 21 л/га).

Фактический экономический эффект: за два года возделывания была получена урожайность зерна сои 3,55 т/га в 2024 г. и 3,42 т/га в 2025 году с содержанием белка в среднем 37,03 %, жира –21,89 %. Уровни рентабельности 182,3 и 180,4 %.

От ВНИИОЗ – филиал ФГБНУ «ФНЦ
ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова»

Научный сотрудник отдела орошаемого
земледелия и агроэкологии

Агапова С.А.

От КФХ «Выборнов В.Д.»



Выборнов В.Д.