

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

ГОРНОСТАЛЬ РОМАН ГЕННАДЬЕВИЧ

РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ СОИ В УСЛОВИЯХ ПРИАЛЕЙСКОЙ СТЕПИ

06.01.02 – Мелиорация, рекультивация и охрана земель

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени

кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель –

доктор сельскохозяйственных наук, доцент

Давыдов Александр Степанович

Барнаул – 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ ПРИ ОРОШЕНИИ (ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР).....	9
1.1 Мелиоративный потенциал России.....	9
1.2 Происхождение и становление сои как сельскохозяйственной культуры.....	14
1.3 Пищевая и биологическая ценность сои и соевых продуктов.....	23
1.4 Биологические особенности сои.....	28
1.5 Отношение сои к водному режиму почвы.....	34
1.6 Отношение сои к условиям минерального питания и удобрениям.....	40
1.7 Технология возделывания сои при орошении.....	45
ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ, МЕТОДЫ И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	53
2.1 Объекты исследований.....	53
2.2 Схема опыта и методики исследования.....	54
2.3 Региональные почвенно-климатические условия проведения исследований.....	57
2.4 Погодные условия в годы проведения исследований.....	62
2.5 Геолого-географическое строение исследуемой территории.....	63
2.6 Гидрогеологические условия объекта исследования и используемые водоисточники.....	66
2.7 Геохимические условия и почвы опытного участка.....	71
2.8 Агротехника возделывания сои и используемый семенной материал.....	75
ГЛАВА 3. РЕЖИМЫ ОРОШЕНИЯ И ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ СОИ....	82
3.1 Подходы для расчета оптимального режима орошения сои.....	82
3.2 Режим орошения сои по годам исследования.....	87

3.3 Суммарное водопотребление сои и коэффициенты водопотребления.....	104
ГЛАВА 4. УРОЖАЙНОСТЬ СОИ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПРИ ОРОШЕНИИ.....	120
4.1 Урожайность сои и прибавки урожайности от орошения и удобрения.....	120
4.2 Экономическая эффективность производства сои на зерно при орошении.....	124
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	130
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	132
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	150

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время производство сои является отраслью с высоким мультипликативным эффектом. Системная поддержка отечественного производства сои – важная часть долгосрочной стратегии развития сельского хозяйства России. В свете последних событий, связанных с санкциями в сфере обеспечения продуктами питания, Правительством РФ разработан комплекс мер по импортозамещению основных видов ввозимых продуктов сельскохозяйственного производства. В том числе большое внимание уделено нехватке высококачественной белковой продукции, производимой, в том числе, и за счет переработки сои.

Актуальность темы.

Соя – одна из важнейших сельскохозяйственных культур. В общемировом масштабе зерновых культур соя по производству сопоставима с рисом, пшеницей, и кукурузой, что показывает ее большое значение в сельском хозяйстве. Данная культура обладает огромной универсальностью, в плане получения самых разнообразных типов пищевой продукции и сырья для промышленности. В России сою начали возделывать на значительных площадях относительно недавно.

Соя в целом неприхотливая культура, но в условиях изучаемой агроклиматической зоны Алтайского края – Приалейской степи получение стабильно высоких урожаев практически невозможно вследствие неблагоприятных климатических условий. Часто повторяющиеся засухи приводят к гибели части урожая. Поэтому основным фактором получения стабильно высоких урожаев и вовлечения дополнительных площадей под посевы сои в степной зоне Алтайского края является применение комплексных агротехнических приемов. Одним из основных приемов является регулярное орошение.

Все изложенное определило выбор и актуальность темы настоящего диссертационного исследования.

Степень разработанности темы.

Изучением сои занимаются многие иностранные и отечественные ученые. Основополагающей теоретической и методологической базой диссертационного исследования послужили научные труды наиболее известных отечественных ученых в области селекции, производства и орошения сои. Селекцией сои занимались Г.Т. Балакай, А.Г. Бойко, А.А. Васильченко, В. Б. Енкен и др.

Изучению вопросов эксплуатации инженерно-мелиоративных систем и классических подходов для разработки режимов орошения посвятили свои работы А.Н. Костяков, С.М. Алпатьев, К.Я. Феско, А. Р. Константинов, И.П. Кружилин и др.

На территории Алтайского края сою выращивают в основном без орошения. Информации о влиянии орошения на урожайность зерна сои в условиях Приалейской степи нами не найдено. Результаты исследований по разработке режимов орошения сои на зерно в условиях засушливой Приалейской степи впервые представлены в нашей работе.

Цель и задачи работы.

Цель работы – разработать оптимальный режим орошения сои в условиях Приалейской степи Алтайского края.

Задачи:

- изучить динамику влагозапасов в почве при поддержании предполивной влажности почвы на уровне 60% НВ, 70% НВ, 80% НВ;
- выявить режим орошения, обеспечивающий максимальную урожайность зерна сои;
- установить влияние бактериального удобрения на урожайность сои;
- рассчитать суммарное водопотребление и определить коэффициенты водопотребления сои;
- рассчитать и определить экономическую эффективность возделывания сои на зерно при различных режимах орошения.

Научная новизна.

Впервые теоретически обоснована и экспериментально подтверждена возможность эффективного возделывания сои на орошаемых землях в засушливой Приалейской степи Алтайского края. Установлены закономерности влияния разных режимов орошения на продуктивность сои. Определены удельные затраты воды на единицу товарной продукции в зависимости от режима орошения.

Установлены корреляционные связи урожайности зерна вследствие изменения режима орошения. Полученные корреляционные уравнения могут с достаточной степенью точности определять урожайность зерна сои в зависимости от предполивной влажности почвы.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Расширены научные знания в области производства сои при орошении для получения максимальных урожаев при минимально возможных используемых ресурсах.

Реализация оптимального режима орошения позволит получать до 3,5 т/га зерна сои.

Определена эффективность бактериальной обработки семян сои перед посевом при отсутствии достаточного минерального питания в почве.

По результатам исследования предложены методы повышения эффективности использования оросительной воды.

Результаты исследований показывают эффективность и высокую рентабельность производства, что положительно влияет на финансово-экономические показатели.

Полученные результаты рекомендованы к внедрению в хозяйствах с лугово-черноземными почвами в Приалейской степи Алтайского края.

Методология и методы исследования.

Для достижения поставленной цели диссертационного исследований и решения необходимых задач применяли общенаучные методы – диалектический, формальной логики, анализа и синтеза; частнонаучные

методы – системный и нормативный анализ, прогноз, метод экспертных оценок и аналогий, метод комплексного рассмотрения отдельных технических проблем.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. – Целесообразность, практическая и техническая возможность орошения сои на зерно.

2. – Выращивание сои на зерно в условиях Приалейской степи Алтайского края на лугово-черноземных почвах является экономически эффективным приемом.

Степень достоверности и апробация результатов исследований.

Степень достоверности результатов исследования обоснована достаточным количеством наблюдений с использованием проверенных и апробированных методов исследования, анализа данных и технико-лабораторного оборудования.

В качестве эмпирической базы в работе использовались данные статистических сборников, эмпирический материал, содержащийся в монографиях и диссертациях других ученых в рамках темы исследования, а также экспертные оценки, характеризующие выбранную тематику.

Достоверность полученных результатов подтверждена путем статистической обработки.

Результаты проведенных исследований отражены в материалах международных и всероссийских научно-практических конференций. Основные положения диссертационной работы доложены на: Международной научно-практической конференции «AgroSMART – Умные решения для сельского хозяйства» (ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, г. Тюмень, 2019); XIII Международной научно-практической конференции молодых ученых «Инновационные тенденции развития российской науки» (ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, г. Красноярск, 2020).

Публикация результатов исследования.

По теме диссертации опубликовано 7 печатных работ, которые отражают основное содержание диссертации, в том числе 2 работы индексируемые в информационно-аналитической среде Web of Science, 3 статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Личный вклад соискателя: автор научной научно исследовательской работы являлся ответственным за процесс исследования и полученные результаты, и непосредственно осуществлял работу по разработке программы исследования, закладке и проведении полевых опытов, ведении визуальных и инструментальных наблюдений, обработке полученных в ходе экспериментальной части данных и характеристики результатов, а также написании диссертационной работы.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, литературного обзора по теме исследования, четырех глав, включающих материалы, методы, методики и результаты исследования, заключения; списка использованной литературы и приложений. Диссертация изложена на 159 страницах машинописного текста и включает 36 таблиц, 40 рисунков, 7 приложений. Список литературы состоит из 199 наименований, в том числе 11 источников на иностранных языках.

ГЛАВА 1. ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ ПРИ ОРОШЕНИИ (литературный обзор)

1.1 Мелиоративный потенциал России

Основоположником науки в области мелиорации земель в СССР по праву считают члена-корреспондента АН СССР А. Н. Костякова [93], который в 1927 году опубликовал свой первый фундаментальный труд под названием «Основы мелиорации».

В своих трудах Костяков дает определение сельскохозяйственной мелиорации, как длительные (крепкие) изменения в сторону улучшения природных условий сельского хозяйства на определенной территории, осуществляемые с помощью соответствующих технических приемов и средств [93].

В более поздних изданиях определение мелиорации он уже формулировал как сложную систему с организационно-хозяйственными и техническими мероприятиями, задачей которых до сих пор является улучшение корневого слоя растений от неблагоприятных природных условий. Для эффективного использования земельных ресурсов в соответствии с потребностями общества и хозяйства.

Также рассмотрим ряд определений современных ученых занимающихся мелиорацией земель, с целью понимания развития науки.

По определению И.П. Кружилина [94; 96], мелиорация – это комплекс мер, предназначенных для кардинального улучшения неблагоприятных природных условий земель, подвергаемых мелиорации.

Мероприятия по мелиорации земель, по словам И.П. Кружилина [95; 97], осуществляются при помощи требуемого изменения и регулирования водного, воздушного, а также пищевого и теплового режимов с целью успешного хозяйственного освоения и использования этих территорий, а также для прогрессивного повышения плодородия почв, для обеспечения

устойчиво высоких урожаев сельскохозяйственных культур, в сочетании с требуемой системой агротехнических мероприятий.

Н.Н. Дубенок [59] утверждает, что мелиорация – это работы, направленные на улучшение почво-грунта для получения максимальной отдачи с единицы посевной площади. Эти работы тесно связаны с сельскохозяйственным производством, и несут в себе довольно большие материально-технические затраты. Они могут заключаться как в улучшении почв за счет внесения удобрений, так и за счет механической обработки.

Из выше сказанных определений можно заключить, что мелиорация земель – это коренное улучшение почвы путем проведения гидротехнических (рис. 1), агротехнических, химических и других мероприятий.



Рис. 1 – Гидромелиорация

Успехи развитых стран в получении устойчивых сельскохозяйственных культур, несмотря на различные агроклиматические условия, обусловлены большой долей орошаемого земледелия в этом процессе. На орошаемых землях получают 45% всего мирового продовольствия, в том числе 55% составляет производства зерна. Лидером в развитии отрасли в настоящее время считаются такие страны, как Индия, США, Китай и ряд других стран.

Большое значение мелиорация также имеет и для России, где 80% обрабатываемых земель подвержено засухе, а около 20% – переувлажнению (В. Н. Щедрин [187; 188]).

В 2016 году исполнилось 50 лет принятия масштабной Программы «О широком развитии мелиорации земель для получения высоких урожаев зерна и других сельскохозяйственных культур».

Основным трендом интенсивного развития мелиорации как отрасли сельского хозяйства советского периода стала широкомасштабная государственная программа развития механизации, химизации и мелиорации на больших площадях сельскохозяйственных земель, что в последствии вывело отрасль на новый уровень производства сельскохозяйственной продукции. С 1950-х по конец 80-х годов называют золотым для мелиоративного хозяйства России. В это время вода поступала на засушливые территории на площади 6,2 млн. га, а площадь осушаемых земель увеличилась до 5 млн. га. В этот период орошаемые и осушаемые земли составляли 8% от всех пахотных земель, что позволяло получать 20% всей продукции растениеводства. И.М. Мечите [119] отмечает, что быстрое развитие мелиорации земель было обеспечено увеличением объемов и глубины научных исследований.

В период с 1930 по 1970 годы был заложен фундамент для основания ряда научных школ: в Москве, Ленинграде, Новочеркасске, Волгограде и ряде других территорий, а именно Московский инженерно-мелиоративный институт, Северо-Кавказский институт водного хозяйства и мелиорации. Что касается территории Западной Сибири, то в 1968 году в Омском сельскохозяйственном институте был открыт факультет гидромелиорации [119].

Крупнейшим объектом мелиоративного хозяйства на то время являлась Алейская оросительная система на территории Алтайского края, первая очередь которой была введена в 1936 году.

В период масштабного развития орошаемого земледелия был сформирован целый ряд научных трудов по этой тематике, а именно справочник Мелиоративное и водное хозяйство под редакцией П.А. Полад-

заде [120], справочник Водное хозяйство И.И. Бородавченко [121, 183] и ряд других.

В годы экономической перестройки индустрия мелиорации пришла в упадок, и из-за деградации были потеряны большие площади орошаемых и осушенных земель. Мощности ирригационных систем, созданные нечеловеческим трудом советских мелиораторов, срочно нуждались в обслуживании, обновлении и развитии. На большинстве мелиорированных земель начали происходить процессы деградации, увеличивается площадь заболоченных, болотистых, кислых, засоленных земель и территорий, подверженных опустыниванию. В целом по России более 30 миллионов гектаров сельскохозяйственных земель за последние 30 лет перестали обрабатываться. Чтобы выйти из этой ситуации, необходима полная модернизация мелиоративного комплекса.

Руководство Российской Федерации, в рамках реализации Государственной программы развития сельского хозяйства, включило в обзор механизмы поддержки строительства и реконструкции новых мелиоративных систем. На основе федеральной целевой программы «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014–2020 годы» была поставлена задача по модернизации и внедрению новых систем мелиорации земель на сумму 185,1 млрд. Рублей. Следует иметь в виду, что выделенные средства будут использованы для увеличения научного потенциала в области мелиорации.

Несмотря на сложную ситуацию в сельскохозяйственном секторе, следует иметь в виду, что научные учреждения, работающие в области мелиорации, разработали ряд научных разработок и целевых решений для проектирования мелиоративных систем и их реконструкции в последние годы. Решения предложены методами ирригации, водоотведения, строительства дренажно-коллекторной сети, организации методов улучшения организации водного режима и технологий выращивания сельскохозяйственных культур для реализации этих разработок. Все это

отражено в Концепции развития мелиорации земель сельскохозяйственного назначения в России (2014 г.).

Важно отметить, что ранее научные обоснования развития ирригации в различных регионах были выполнены на основе водно-тепловых балансов, повышения урожайности и экономической эффективности. В то же время проблема повышения устойчивости и достаточности сельскохозяйственного производства, непосредственно связанная с объемом освоения сложных мелиоративных земель на основе орошения, не рассматривалась.

Поэтому было необходимо предложить обновленную структуру использования сельскохозяйственных земель, подкрепленную законами и правилами, которые бы оптимально сочетали как рост объемов производства, так и повышение его устойчивости на каждом сельскохозяйственном предприятии. Согласно разработанной Концепции комплексной мелиорации земель, разработанной российскими учеными под руководством В.Н. Щедрина, Г.А. Сенчукова, В.Д. Гостищева [187] в нашей стране орошаемые земли должны занимать не менее 10 млн. га и не менее 8 млн. га осушаемых земель (табл. 1).

Таблица 1 – Необходимая площадь орошаемых земель согласно концепции развития мелиоративной отрасли, млн. га.

Регионы	Всего пригодных для орошения земель	Обеспечено водными ресурсами	Необходимая площадь согласно концепции
Российская Федерация	71,5	17,58	10,13
Северо-Кавказский ФО	15,3	2,03	1,78
Поволжский ФО	21,7	3,15	3,15
Уральский ФО	12,1	1,56	1,56
Западно-Сибирский ФО	8,4	5,32	2,24
Восточно-Сибирский ФО	5,0	4,94	0,82
Центрально-Черноземный ФО	6,8	0,58	0,58

Данное предложение поможет увеличить производство сельскохозяйственной продукции для внутреннего потребления, снизит зависимость от импорта, а может быть и поможет не только сохранить экспортный потенциал, но и приумножить его.

1.2 Происхождение и становление сои как сельскохозяйственной культуры

Соя является древнейшей культурой мирового земледелия. Происходит культурная соя (*Glycine max*) из диких видов семейства бобовых (мотыльковых). Большинство сортов сои относятся к славянским и маньчжурским подвидам, они характеризуются крупностью семян (масса 1000 зерен 100-200 г), полусжатой и сжатой формой куста, средней ветвистостью (2-5 ветвей на 1 растении), широколистностью, средней высотой. О возделываниях сои упоминалось еще в самых ранних китайских письменах. Они относятся к периоду 3-4 тысячи лет до нашей эры. По мнению В.Б. Енкена [62], крупнейшего специалиста по сое в СССР, принято считать, что соя как культурное растение было сформировано в древности, не менее 6-8 тысяч лет тому назад.

Многие отечественные и зарубежные ученые до сих пор спорят, но постепенно приходят к мнению, что культурная соя как подвид зародилась в Юго-Восточной Азии [61; 62; 154; 164]. Из Китая посевы сои кочевали и их стали выращивать Русские переселенцы.

Следующей страной после Китая, где активно выращивали сою, стала Корея. Первые образцы соевых бобов появились на японских островах позже, в период 500 г. до н. е. - 400 г. е. Считается, что соя пришла в Японию из Кореи, так как древние корейские государства долгое время колонизировали японские острова. Этот тезис подтверждает идентичность соевых форм Кореи и Японии.

В Европе соя стала известна после того, как немецкий натуралист Энгельберт Кемпфер посетил Восток в 1691 году и описал сою в своей книге *Amoentitatum Exoticarum Politico-Physico-Medicarum*, опубликованной в 1712 году. Однако соя вошла в Европу через Францию в 1740 году, однако там ее начали выращивать только в 1885 году. В 1790 году соя была впервые завезена в Англию.

Были проведены первые исследования сои в США в 1804 году. К 1890-м годам шла активная опытная селекционная работа с соей. Посевы сои к 1907 году стали занимать около 15-20 тыс. га пахотных земель. А после 30-х годов стало более 1млн. По истории развития о соевом растениеводстве в России первым высказался учёный селекционер В.А. Золотницкий [70]. Нужно отметить, что первые упоминания про сою указаны В. Поярковым, когда он находился в экспедиции в Охотском море.

По записям из путешествий Пояркова были изданы мемуары, публикуемые в Европе. Сою упоминали и в 1741 году, но интерес на сою появился только после 1873 года, после всемирной агровыставки [162].

Первые опытные посевы в России были произведены в 1877 году И.Г. Подобой на землях Таврической и Херсонской губерний. Опыт И.Г. Подобы показал, что при условии засушливого года соя показала себя как наиболее засухоустойчивое растение. В результате был сделан вывод о том, что сою можно выращивать в местах, где культивируют кукурузу и фасоль [164].

Но все результаты по выращиванию сои в России, по сравнению с другими странами, были очень незначительными из за непредсказуемых погодных условий и нерайонированности сортов зарубежной селекции.

С 1908 г. начата работа по выведению акклиматизированных местных сортов на экспериментальных севооборотах сои в Амурской области. На то время данная территория считалась наиболее благоприятной для выращивания сои. Сегодня на месте первых опытных севооборотов находятся земли Всероссийского НИИ сои.

В 1916 году практик агроном В.А. Рубинский дал несмелые прогнозы по возделыванию сои не только на Дальнем Востоке, но и в других регионах страны. И его прогнозы оправдались, соя стала приоритетной культурой не только в Амурской области, но и во многих регионах России. Первым отечественным сортом стала Амурская желтая. Ее ввели в производство в 1934 г. [162].

Соя относится к культурам, которым необходимо много влаги и тепла. Средней температурой вегетационного периода принято считать 22-30°C. Необходимо отметить, что соя очень требовательна к периодам светового дня. Данному условию в РФ отвечает ограниченная площадь сельскохозяйственных угодий. Заметим, что российские селекционеры создают такие сорта, которые возможно использовать на другой территории.

Возделывание сои в широких масштабах всей страны стало возможно благодаря селекции и созданию новых сортов, которые могли расти на территориях, не являющихся благоприятными по сумме естественного увлажнения, активных температур и т.д. Основоположником селекции сои в России считается В.А. Золотницкий, разработавший методы селекции и создавший первые сорта, такие как Амурская 41, Салют 216 и др. [126, 163, 177]. В 1968 году В.А. Золотницкому был установлен памятник в Амурской области.

С этого момента начинается история Всероссийского НИИ сои. Научным коллективом ВНИИ сои под руководством В.Ф. Кузина были выполнены наиболее значимые системные разработки по процессу земледелия, механизации и технологиям производства сои [101]. Все это позволило ученым изложить свои разработки в научных трудах в области выращивания сои в целом по России [130, 145, 181].

Что касается первых исследований в области иммунитета и изучения физиологических основ повышения урожайности сои, то они принадлежат Л.К. Малыш. Под ее руководством были созданы сорта сои с наименьшей зависимостью к низким температурам. Наряду с биологическими

особенностями сои, многие ученые занимались исследованиями в области фотосинтетической активности сортов сои как главного фактора урожайности. Такими исследователями являлись А.А. Жарких, Э.М. Лопаткина, В.М. Толмачев, Ю.Е. Исаев и другие ученые ВНИИ сои [101, 176, 190].

С 1968 года началась целенаправленная работа по созданию теоретических материалов и практических приемов по влиянию и использованию биологического азота соей, в основу которой положены идеи крупнейших исследователей симбиотической азотфиксации Л.М. Доросинского, Е.Н. Мишустина, В.К. Шильник [57; 122; 123].

В то же время в СССР судьба этой культуры была не столь радужной. Традиционно выращивание сои проводилось только в дальневосточном регионе в долине реки Амур. Попытки распространить сою на юге Украины и на Северном Кавказе не имели большого успеха в советское время, поэтому Дальний Восток всегда оставался основным регионом выращивания сои в нашей стране. В то же время в середине 1970-х годов от нас было собрано максимально 800 тысяч тонн соевых бобов, после чего интерес к соевым бобам в СССР начал снижаться, а посевные площади также снизились, вплоть до 2000-х годов. XX век [144].

Ситуация изменилась только в начале 2000-х годов, когда посевы сои перестали сокращаться и снова начали расти. Советское выступление было быстро достигнуто и превзойдено. Сегодня соя в России выращивается во многих регионах, получая высокие результаты, благодаря появлению новых отечественных сортов различного зонирования, а также использованию искусственного орошения в районах с недостаточным увлажнением (рис. 2).



Рис. 2 – Основные регионы возделывания сои

В настоящее время в России соей занимаются 15 селекционных центров, в том числе и Алтайский НИИ сельского хозяйства. Учеными разработаны уникальные российские сорта сои, которые дают урожайность в среднем 3-4 т/га. Данный вид сои по условиям подходит для 51 региона нашей страны.

Новые сорта позволяли получить высокие показатели не только в ранее исследованных регионах, но и на Урале и в Западной Сибири. Ряд сортов способен созревать за 100-120 суток в более комфортных для сои областях России. В Государственном реестре учтено более 90 сортов сои, которые можно сеять на территории России [[62, 157, 174, 175].

В Агровестнике 2016 г говорится, что в США подсчитали, что в сезоне 2016-2017гг была выращено 350 млн. т бобовых культур. Если сравнивать с данными, полученными ранее, то увидим, что в 2013-2014 гг. получено 280 млн. т бобов.

В России производство сои также увеличивается и в 2014-2015 гг. достигло отметки в 3 млн. т по валовому сбору бобов. В 2016 году этот показатель был превышен.

При недостаточном количестве собственной сои ее приходилось импортировать, затрачивая большие денежные ресурсы. Было принято

решение налаживать свое производство сои и возвращение на зерновой рынок, как экспортера данного вида бобовых культур.

За период 2008-2012 гг. валовой сбор семян сои возрос на 112% по сравнению с началом 2000-х годов (с 618 до 1310 тыс. т в год). Зернобобовые и зерновые культуры выросли лишь до 13%. Зерна сои на тот момент было произведено всего 1,5%. С 2003 по 2008 гг. мощности по переработке сои увеличились в 10 раз и достигли 3,5 млн. тонн в год. В то же время потребность перерабатывающей промышленности в соевом сырье удовлетворяется только на 20%, а в целом в стране - лишь на 10%, что недопустимо мало, писал Устюжанин А.П. [171].

Следует сказать и о том, что в зарубежных странах выращивается генно-модифицированная продукция. В России при ведении растениеводства ГМО запрещены, для нашей страны это особое преимущество. В 2014 году была принята отраслевая программа «Развитие производства и переработки сои в Российской Федерации на 2015-2020 годы», в ней написано про увеличение производства соевых культур к 2025 году до 7 млн. 177 тыс. т. – в 4 раза по сравнению с 2012 годом [172] (рис. 3).

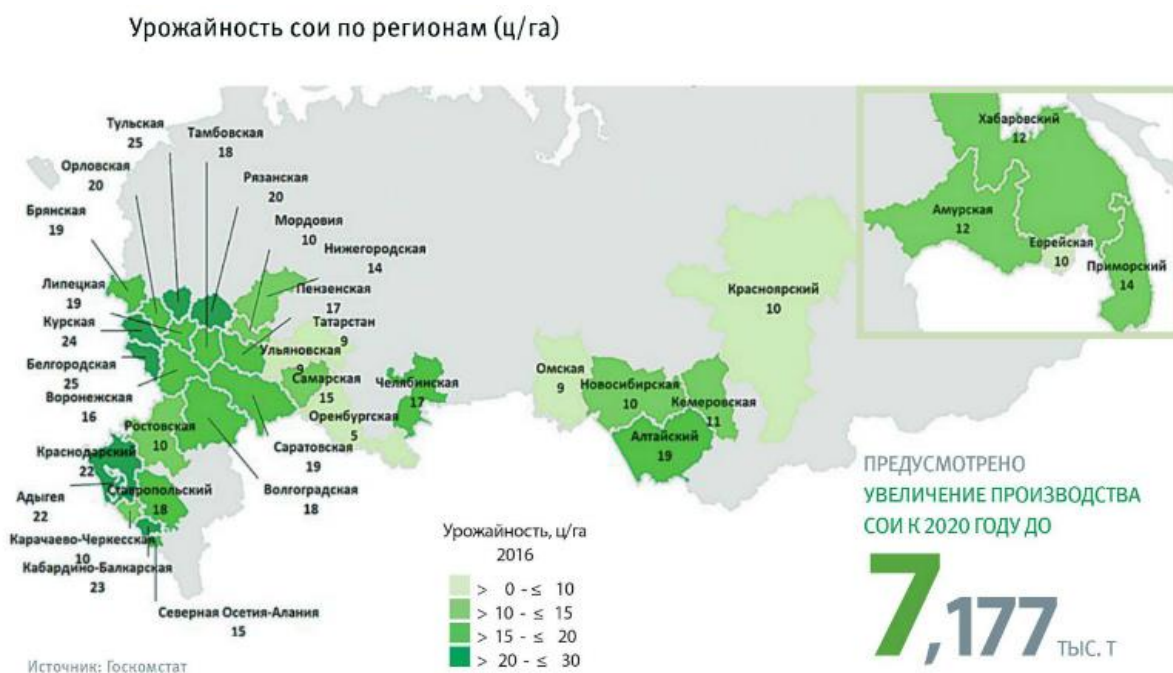


Рис. 3 – География и урожайность сои по Регионам РФ

Основные заложенные методы по увеличению производимого объема сои заключаются не только в увеличении площадей под посев, но и эффективном использовании сельскохозяйственной пашни для получения более высоких урожаев, в том числе и за счет развития мелиоративной отрасли, т.к. часть земель находится в районах с недостаточной влагообеспеченностью, в.т.ч. Алтайский край [186, 191].

Что касается непосредственно территории Алтайского края, то здесь выращиванием сои занимаются в основном на богаре за исключением нескольких небольших крестьянско-фермерских хозяйств, которые пробовали выращивать сою с применением искусственного полива, но их опыт не был изучен детально.

На территории Алтайского края существует Алтайский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, который занимается селекционной работой по выводу новых сортов сои районированных специально под природно-климатические характеристики Алтайского края.

Так как основной массив пашни на Алтае аккумулирован в степной зоне, где недостаточное увлажнение, то и крупнейшие мелиоративные системы находятся в этих зонах для сглаживания нехватки влаги сельскохозяйственными культурами.

В 2016 году на территории Алтайского края был запущен пилотный проект по выращиванию сои. Координаторы проекта рассказали фермерам, какие необходимы поля и с какими сортами сои они были использованы. Продемонстрировали технику и процесс для сбора урожая.

Организатором выступил агрохолдинг «Юг Сибири», который выделил проявившим интерес фермерам семенной материал и часть специальной техники.

В сезоне 2016 года элитными семенами сортов из Белоруссии и Канады засеяли 2 тысячи гектаров в Смоленском и Мамонтовском районах. Урожай, который удалось собрать, был использован для посева в следующем году.

Важно отметить, что площадь посевов увеличилась в 4 раза за отчетный 2018 год.

Результаты превзошли ожидания – на полях Кадниковского хозяйства урожайность составила 1,9 т./га на богаре, при использовании данных семян. При этом содержание протеина и масличность составили 42,28% и 20,12% соответственно. К примеру, соя с Дальнего Востока в среднем показывает: 39,2% (протеин) и 17,1% (масличность).

По данным Алтайского НИИ сельского хозяйства, за период с 2014 по 2017 годы основным сортом, используемым алтайскими сельскохозяйственными товаропроизводителями, был «Алтом» (совместная разработка СибНИИСХ (г. Омск) и АНИИСХ). Из 31 тыс. га им засевали около 18 тыс. га.

Причина приверженности краевых полеводов Алтайской сое в почти стопроцентной вызреваемости сорта: вегетационный период «Алтома» не превышает 100 дней, что позволяет выращивать его повсеместно по всему краю.

В целом, средний показатель урожайности по краю в 2016 году по всем сортам составил около 1,8 т./га, хотя в отдельных хозяйствах (например, «Советская крупа» Смоленского района, АКХ «Ануйское» Петропавловского района, СПК «Агродар» Зонального района) вышли на среднюю урожайность свыше 2,0 т./га.

Есть в Алтайском крае предприятие не новичок в выращивании сои – это ООО «Гея» Целинного района. 8 лет предприятие уже экспериментирует с разными сортами, пытаясь добиться максимальных результатов по качеству продукции и урожайности. Под руководством кандидата сельскохозяйственных наук Акимбека Асанова, заведующего лабораторией селекции зернобобовых культур ФГБНУ СибНИИСХ, ООО «Гея» остановились на Омских сортах, таких как Сибирячка, Черемшанка и Золотистая. И как оказалось, не прогадали.

Со слов руководителя предприятия, омские сорта рекордсмены по урожайности среди скороспелых сортов, рекомендуемых для выращивания на территории края, также у сои омской селекции есть еще одно преимущество, высота прикрепления бобов на стебле, за счет чего она не осыпается и убирается с минимальными потерями.

В результате на 20 сентября 2016 года в «Гее» убрали участки посевов омских сортов и получили следующие результаты: самую высокую урожайность 28 ц/га показала Черемшанка; Золотистая дала 25; а Сибирячка – 20 центнеров с гектара.

Естественно, над новыми сортами сои работают и алтайские селекционеры. Так, ученые АНИИСХ занимаются этим уже около 6 лет, второй год высевая семена перспективного сорта на опытных участках.

По словам Станислава Шукиса, специалиста лаборатории кормовых и технических культур института, посевы показывают себя замечательно и по вызреванию, и по урожайности, опережая «Алтом» по вегетации на 2–3 дня и по продуктивности примерно на 15 %.

Предполагаемая урожайность нового сорта должна быть на уровне 30–32 ц/га, это среднеранний сорт со сроком вегетации примерно как у Алтома, 90–95 дней, с белком не ниже 30%. Максимальную продуктивность сорт будет демонстрировать в приобской и предгорной зонах края, чуть меньше – на уровне 20 ц / га – в степной части региона.

В региональном управлении по пищевой, перерабатывающей, фармацевтической промышленности и биотехнологиям сообщают, что алтайскую сою направляли только на маслоэкстракционные заводы в связи с высоким качеством продукции.

На территории Алтайского края основной возделываемой культурой считается пшеница яровая, занимает она сейчас более 80% в зерновом клине Алтайского края.

Это говорит о фактически возделывание монокультуры, что при этом вызывает ряд агротехнических и экономических проблем. Увеличение

посевов сои в крае позволило бы в значительной степени улучшить качество предшественников и оптимизировать структуру полевых севооборотов.

Благодаря способности к азотфиксации, соя способствовала бы повышению обеспеченности растений азотом в севооборотах, даже без значительных дополнительных затрат на внесение минеральных удобрений.

Таким образом, освоение культуры сои на полях региона, несомненно, будет способствовать росту урожайности сельскохозяйственных культур и улучшению их качества, что усилит экономическую эффективность сельскохозяйственных предприятий региона.

Агроклиматические ресурсы Приалейской степи Алтайского края вполне пригодны для выращивания скороспелых сортов сои на зерно и готовы полностью закрывать потребности в нём.

Однако, несмотря на наличие ряда положительных сторон, на территории Алтайского края к сожалению соей занимаются хозяйства на небольших площадях по сравнению с моно культурами такими как пшеница яровая и подсолнечник. Поэтому вопрос о расширении площадей культуры сои, в том числе и за счет орошения, является крайне актуальным и перспективным для нашего региона.

1.3 Пищевая и биологическая ценность сои и соевых продуктов

Соя является одной из важных сельскохозяйственных культур мира. В.А. Золотницкий [70] утверждает, что она уникальная и ценнейшая сельскохозяйственная культура по богатому разнообразному химическим веществам в семенах и многостороннему использованию в различных видах отраслей.

Высокое (до 50%) содержание в зерне усвояемого белка, полноценного по растворимости и высокому качеству по жирно-кислотному составу масла (до 25%) характеризует широкое распространение сои.

Каждый год производство сои возрастает в мире, в источниках сказано, что она была в числе лидеров по производству в начале XXI века, уступая стабильным культурам – пшенице, рису, кукурузе.

Соя – одна из самых распространенных среди зернобобовых и масличных культур. Она применяется как пищевая, кормовая и техническая культура. Из сои изготавливают муку, масло, заменители молока и молочнокислых продуктов и т.д. Соевого масла производят более 30% от производимых в мире растительных масел из других культур. Соевую муку сейчас используют в качестве белковой добавки растительного происхождения [155, 161].

Большая популярность съедобной сои обусловлена следующими характеристиками:

- высокая производительность культуры;
- высокое (до 50%) содержание в ней белка;
- наличие витаминов группы В, железа, кальция, калия, незаменимых аминокислот и незаменимых полиненасыщенных жирных кислот (линолевой и линоленовой);
- возможность профилактики различных заболеваний.

Значение соевых бобов в России возросло в связи с обострением дефицита белка из-за сокращения производства продукции животноводства за последние 15 лет, как отмечают В. М. Лукомец [160], Н.И. Бочкарев [66, 182].

В данное время дефицит белка играет большую роль в рационе россиян и составляет более 30%, что неблагоприятно для здоровья человека. Расширение посевных площадей под зернобобовыми культурами одно из главных условий решения данной проблемы [78; 79]. Традиционные для России кормовые культуры (овес, ячмень) и пшеница, часто используются в фураже, содержат достаточное количество белка и аминокислоты лизина, но уступают сое (табл. 2).

Таблица 2 – Питательность зерновых злаковых и зернобобовых культур

Культура	Содержится в 1 кг корма					
	Питательная энергия, МДж			Сырой протеин, г	Сумма незаменимых аминокислот, г	Лизин, процент от сырого протеина
	КРС	свиней	птицы			
Пшеница	10,7	13,6	12,4	133	46,3	2,9
Ячмень	10,5	12,7	11,2	113	45,2	3,6
Овес	9,2	10,8	10,8	108	44,2	3,4
Кукуруза	12,2	13,7	13,8	103	38,9	2,0
Горох	11,1	13,1	9,6	220	89,5	6,2
Соя	14,7	15,0	9,5	319	141,7	6,7

В общемировом масштабе производства масел соевое масло занимает лидирующие позиции. В США соевое масло занимает 90% от всех производимых растительных масел. Более 60% зерна сои перерабатывается на масло, которое усваивается организмом до 98%.

Соя содержит большое количество ненасыщенных жирных кислот (линолевой и линоленовой), которые не синтезируются в организме, однако обязательно должны поступать с пищей, т.к. они снижают содержание холестерина в крови, положительно действуют на функционирование мозга, улучшают зрение.

О пользе сои и соевых продуктов для народнохозяйственного значения описано многими учеными в зарубежной и отечественной литературе [140].

Соя имеет богатый биохимический состав зерна: белка в нем содержится до 30-55%, жира – 15-30%, углеводов – около 20%, а также витамины, фосфаты, микроэлементы и другие ценные вещества. По питательности и усвояемости аминокислот, соевый белок относят одному из лучших растительных белков, близкий по составу с животным. Он состоит из

значительного количества аминокислот: лизин, триптофан, валин, изолейцин, лейцин, метионин и др.

Соевые бобы – это кладезь питательных веществ, углеводов, включая клетчатку, витамины группы В, минеральные вещества (например, железо, кальций, калий) и незаменимые полиненасыщенные жиры (например, линолевую и альфа-линолевую кислоты).

Соя не содержит холестерин и имеет низкое содержание натрия и насыщенных жиров. Это единственный вид бобов, который имеет «полный» белок (содержит все незаменимые аминокислоты) (табл. 3).

Таблица 3 – Пищевая ценность зерна сои на 100 грамм съедобной части

Показатель	Количество	Норма	% от нормы в 100 г	% от нормы в 100 ккал	100% нормы
Калорийность	364 ккал	1684 ккал	21.6%	5.9%	463 г
Белки	36.7 г	76 г	48.3%	13.3%	207 г
Жиры	17.8 г	56 г	31.8%	8.7%	315 г
Углеводы	17.3 г	219 г	7.9%	2.2%	1266 г
Пищевые волокна	13.5 г	20 г	67.5%	18.5%	148 г
Вода	12 г	2273 г	0.5%	0.1%	18942 г
Зола	5 г	-	-	-	-

Соя и продукты её переработки являются качественным сырьем для получения множества продуктов питания, начиная с муки и заканчивая молочной продукцией. В больших объемах используют сою как компонент при производстве кондитерских изделий, колбасных и другой продукции.

Зеленая масса и зерно сои являются бесценным сырьем для кормовых целей. Эту культуру используют в кормлении животных в виде соевого шрота,

дерти, молока, белковых концентратов, зеленого корма, сена, силоса, соломы. Кальция и каротина в сое в 5 раз больше, чем других злаковых культурах.

Жмых можно применять как универсальный белковый концентрированный корм, в 1 кг которого содержится 354 г переваримого протеина, 28 г лизина. Добавление к комбикормам 10% соевого шрота значительно повышает продуктивность животных и уменьшает расход кормов.

Зеленую массу сои в скармливают всем видам животных, ведь она имеет высокую питательность – 0,22 кормовых единицы в 100 кг. Соевое сено по ряду многих качеств не уступает клеверному до 55 кормовых единицы в 100 кг (Бабич А.А.) [12; 13].

Бобовые культуры благоприятно влияет на почву и считается отличным предшественником для зерновых культур, благодаря способности клубеньковых бактерий-азотфиксаторов усваивать атмосферный азот, посредством симбиоза переводя его в формы, доступные для других растений.

Обогащение почвы усвояемыми формами азота до 80 кг/га происходит с помощью корневых и стерневых остатков, которые остаются после уборки сои.

Поэтому посеы сои в севообороте позволяют значительно улучшить условия выращивания других культур и способствуют повышению их урожайности без дополнительных затрат. Это имеет не только большое экономическое, но и экологическое значение (Посыпанов Г.С., Бухориев Т.А.) [31; 135; 136; 137; 138].

В России в основном соя идет на переработку на маслоэкстракционные заводы для получения пищевых масел, изготовления продуктов диетической направленности для замещения животного белка, добавления в виде ингредиентов в пищевой промышленности и формирование кормосмесей для животноводческой сферы.

Соя становится высокодоходной культурой и по экономической эффективности приближается к сахарной свекле и подсолнечнику.

1.4 Биологические особенности сои

Соя относится к семейству Бобовые (Fabaceae) - однолетнее травянистое растение с прямостоячим, хорошо облиственным стеблем высотой 50-120 см, хорошо ветвится, образуя куст. Род *Glycine* насчитывает более 10 видов, произрастающих преимущественно в странах с влажным климатом.

Наибольшее распространение имеет соя культурная или щетинистая (*G. hispida* или *G. max*), которая подразделяется на 4 подвида: индийский, корейский, маньчжурский, китайский. Возделываемые в России сорта сои относят к маньчжурскому подвиду.

Фазы роста и развития сои характеризуются следующими этапами: всходы, ветвление, бутонизация, цветение и созревание (рис 4). Фаза всходов при нормальных условиях наступает через 8-10 суток после посева. Соя при всходах выносит семядоли на поверхность.

В начальном периоде рост сои медленный. За первые 20-25 суток после всходов растения достигают высоты около 20 см. Первый лист появляется на 5-7 сутки после появления всходов. Остальные листья появляются, в зависимости от условий и сорта, на 4-7 сутки.

Ветвление начинается после появления на растении более 3-5 листьев. До цветения интенсивнее растет корневая система. Бутонизация начинается после появления 5-7 листа, а через 2-3 суток начинается цветение [12].

Цветение при благоприятных условиях начинается на 40-50 день после всходов и длится около 30 дней. Идеальными условиями для цветения считается температурный режим 20-25°C и оптимальная влажность почвы 70-90% от НВ. Клубеньки на корнях сои появляются через 7-12 суток после появления всходов, и через 2-3 суток уже способны фиксировать азот из воздуха, обеспечивая растение этим элементом.

Рисунок 1. Фазы развития сои.



Рис. 4 – Фазы развития сои

Соя – аблигантный самоопылитель, но иногда у растений наблюдается и перекрестное опыление. Стебель активно растет до конца цветения. Цветение у сои растянутое, продолжается 15-40 суток с цветков, размещенных в нижней части стеблей, и затем распространяется вверх по стеблю. Первые бобы формируются через 10-14 суток после появления первых цветков и продолжают образовываться с той же скоростью. В таком же порядке, как и цветение, происходит плодообразование и созревание плодов.

Созревание семян – самая короткая из фаз развития, длится от 15 до 20 суток. Оптимальной продолжительностью периода вегетации этой культуры считается 90-110 суток, за которые растения в условиях Алтайского края успевают полноценно сформироваться до наступления холодов [11; 54; 62; 73; 83; 129, 167]. В зависимости от условий выращивания и сорта, хозяйственно-ценные признаки сои изменяются в широких пределах.

Корневая система имеет вид стержня с главным корнем, который проникает на глубину более 2 м, и большим числом боковых корешков. Около

80% всей корневой массы сосредоточены в верхнем слое почвы (0-30 см) [22, 86, 125].

Стебель прямостоячий, ветвистый, неполегающий, высотой от 60 до 100 см, покрыт рыжими, коричневыми или белыми волосками. Листья имеют сложную форму, тройчатые, длинночерешковые с яйцевидной листовой пластинкой, сильноопушенные. Диаметр стебля варьирует от 4 до 20 мм и зависит от высоты растения, число междоузлий может достигать до 25, а их длины до 15 см. [16, 192, 195].

Цветки мелкие, белой или разной интенсивности фиолетовой окраски, собраны по 3...10 шт. в кистеобразные соцветия, расположенные в пазухах листьев. Плод имеет форму мечевидную или саблевидную, также опушенный.

Семена бывают различной величины, формы, окраски. Существует классификация семян сои по массе, предложенная В.Б. Енкен, которая группирует по массе 1000 зерен: 310-425 г. – исключительно крупные, 210-250 г. – крупные, 150-200 г. – средние, 100-140 г. – мелкие и 40-90 г. – очень мелкие [62, 91]. Число семян в бобе варьирует в основном от 1 до 4 шт. Количество бобов зависит от сорта и его биологических особенностей, условий для роста и развития и колеблется от 10 до 400 шт. [12, 108, 200].

По температурному режиму соя сравнительно теплолюбивое растение. Для формирования зерна необходима сумма активных температур от 1700 до 3800°C. Большое влияние на урожайность сои оказывают факторы: сумма активных температур, осадки, географическое место расположения участка, почва. Сорта сои, относящиеся к северному экотипу, гарантированно вызревают при сумме активных температур не более 1800°C (Посыпанов Г.С. и др.) [137; 138].

При сумме активных температур от 1800 до 2200°C происходит формирования полноценных семян у скороспелых и среднеспелых сортов сои в Сибирском регионе.

В связи с продолжительностью вегетации, у сои самой уязвимой является фаза созревания. Заморозки интенсивностью $-3...-5^{\circ}\text{C}$ в осенний период могут привести к подмерзанию листьев, что в свою очередь провоцирует гибель цветков и завязей. В результате этого могут недозреть семена, что повлияет на их всхожесть в будущем году. В итоге не только высокие температуры негативно сказываются на росте и развитие растений, но и низкие температуры воздуха оказывают также значительное влияние на цветение и бобообразование сои (Ващенко А.П. и др.,) [35; 36; 37; 38; 39, 110, 198].

По мнению Я.Э. Короля, биологический минимум температуры для прорастания сои равен 10°C , ряд других ученых считают оптимальную температуру $15-20^{\circ}\text{C}$ [90; 124; 169]. Всходы могут переносить кратковременные заморозки до -3°C , а отдельные сорта до -6°C . В исследованиях Бойко А.Г. описано, что при температуре почвы 10°C всходы появляются на 12 день, а при 20°C на 5 день [27, 111, 139, 147].

Наибольшую потребность в тепле соя ощущает в период формирования репродуктивных органов ($21-23^{\circ}\text{C}$) и цветения ($22-25^{\circ}\text{C}$). В период формирования бобов $20-23^{\circ}\text{C}$, а во время созревания – $18-20^{\circ}\text{C}$. При 35°C и выше наблюдается опадение бутонов и цветков, физиологические процессы прекращаются.

Что касается изучения разных температурных режимов и влияния их на рост развитие сои то можно выделить работы Бабич А.А. который приводит данные о замедлении в развитии растений при снижении температуры ниже 15°C . [12]. Золотницкий В.А. считает минимум для биологического развития 14°C . [70]. Также ряд ученых, таких как Енкин В.Б., Кузин В.Ф. принимают минимум в 10°C . Все они утверждают, что если показатель ниже приведенных значений, то цветение замедляется или не наступает совсем [113, 152].

Соя по отношению к свету растение короткого дня и для перехода в репродуктивную стадию требует определенного соотношения периодов

освещения и темноты. Многими исследованиями установлено, что при изменении длины дня может сокращаться или увеличиваться период вегетации, при этом существенно ограничивая широтный ареал возделывания сортов сои [11; 54; 62; 75; 84; 128].

В исследованиях И.Ф. Беликова было описано, что сое не нужен свет большой силы, ей необходимо равномерное освещение всего растения [20]. Для возделывания в средних широтах селекционерами созданы сорта с нейтральной фотопериодичностью.

Соя очень требовательна к свету. Нехватка света оказывает плохое влияние на продуктивность растений. При правильном подходе к технологическим приемам (схема посева, норма высева, мероприятия по борьбе с вредителями, болезнями и сорняками и др.) можно и в Западной Сибири создать оптимальный световой режим.

Соя - культура умеренных требований к почвенному плодородию. По мнению ряда авторов, она может произрастать на многих почвах за исключением заболоченных, солонцовых и кислых [23; 28; 62, 116, 196]. По мнению Беликова И.Ф., оптимальные почвы для сои это черноземы, каштановые с показателями хорошей аэрации, слабокислой или нейтральной реакцией и среднего гранулометрического состава [21].

Почвы с неудовлетворительным водным режимом малопригодны. Оптимальная реакция почвенного покрова для сои варьируется от 6,0 до 7,0 рН. ниже 4,0 и выше 10,0 считаются непригодными [22; 62; 63].

Соя обладает хорошей способностью корневой системы использовать малодоступные и трудно растворимые минеральные соединения не только из пахотного горизонта, но из других более глубоких слоев почвы (Гамзиков Г.П. и др., 2007) [146; 188]. Краткая ботаническая и биологическая характеристика культуры сои представлена в таблице 4.

1.5 Отношение сои к водному режиму почвы

Реакция сои на высокие температуры тесно связана с водным режимом почвы. Вода, как и свет, является одним из важнейших факторов, обеспечивающих рост и развитие культуры, и, как следствие, получение высокого урожая, качества продукции. Основными источниками жизненно важной влаги для выращивания сельскохозяйственных культур являются осадки.

Во многих частях мира соя (*Glycine max*) культивируется в основном на землях без орошения, но неравномерное распределение осадков, а также их общее количество в течение всего вегетационного периода негативно влияют на посевы сои и урожайность.

Чтобы получить стабильно высокие урожаи, необходимо поливать сою во время критических фаз ее роста. Чувствительность к поливу может зависеть от различных факторов, включая использование влаги. На коэффициент водопользования влаги (КИВ) может влиять система сельскохозяйственного возделывания данной культуры. КИВ можно повысить с помощью следующих двух типов агрономических подходов:

1) уменьшение испарения с поверхности почвы путем мульчирования, изменения плотности сева и расстояния между рядами, а также путем выбора сортов, районированных в данной области или путем внесения удобрений;

2) дополнительное орошение, обработка почвы для улучшения инфильтрации и уменьшения поверхностного стока, борьба с сорняками, соблюдение севооборота и приоритет лучшей предшествующей культуре, желательно с разветвленной корневой системой (рис. 5).

За период вегетации соя потребляет в 4 раза больше воды, чем зерновые культуры. Транспирационный коэффициент по природно-климатическим зонам Алтайского края составляет от 350 до 700. Самые высокие показатели коэффициента наблюдаются в период всходов до начала цветения и при формировании зерна.

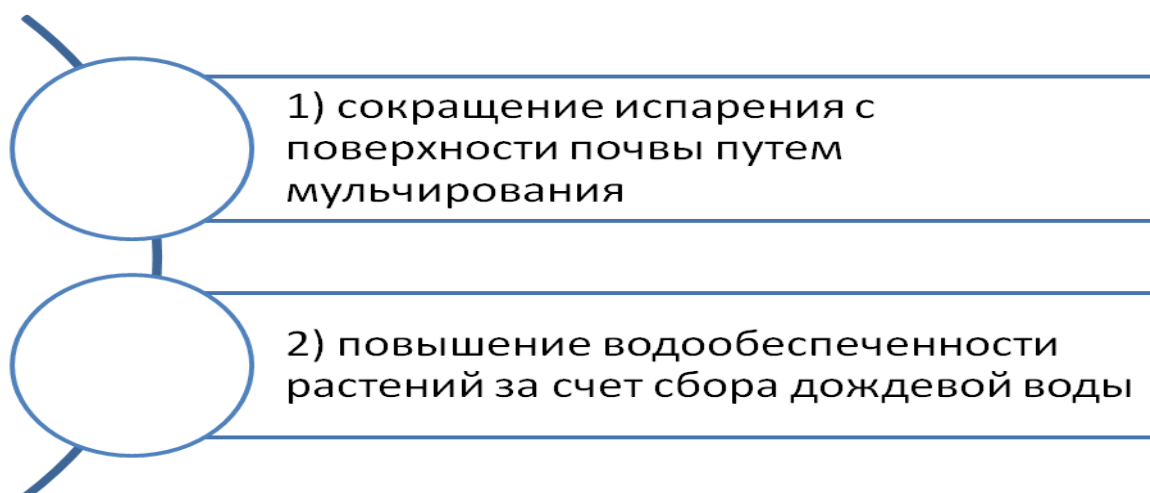


Рис. 5 – Типы агрономических подходов

Оптимальным запасом влаги в почве под посевами сои, по разным источникам, считается 70-80% от НВ. Для создания необходимого влагозапаса необходимое количество осадков должно составлять 50 мм в период посев-всходы, 120-160 мм – всходы-цветение, и 240 мм – от цветения до момента созревания.

В настоящее время накоплен большой опыт по определению допустимого интервала предполивной влажности между верхним и нижним пределами, который для различных культур и зон культивирования составляет от 60 до 90% НВ [1; 19; 56; 151; 185]. Петин Н.С. считает, что минимально допустимая влажность почвы должна быть выше, чем влажность устойчивого увядания. В тоже время запасы доступной влаги в почве должны удовлетворять потребности растений в воде, которая варьирует по фазам роста в зависимости от урожайности [141].

Алпатьев А.М. [5], основываясь на исследованиях, проведенных на песчаных и супесчаных землях, предположил о возможном снижении этого предела до 30-40% НВ, а другие исследователи [1; 40; 150; 151] считают, что нижним пределом оптимальной влажности почвы является влажность разрыва капиллярных связей.

Впервые, в 1932 году, Снеговой обратил внимание на тот факт, что увеличение урожайности сои происходит при увеличении порога предполивной влажности до 80% НВ. Впоследствии производительность сои снижается [158].

Некоторые исследователи считают, что порог влажности перед поливом должен поддерживаться на уровне 70% НВ. Так в условиях Ростовской области в 1962-1964 гг. при сохранении влажности почвы в слое 0,60 м не ниже 70% НВ И.П. Кружилин и В.И. Сахнов [98] получили урожайность зерна 2,6-2,8 т/га

В условиях юго-востока Казахстана, как отмечается в работах Доброхлеб И.В. и Татаринцева А.И. [55], лучшие урожаи соевого зерна получены при сохранении порога предполивной влажности почвы 70% НВ.

Многие ученые исследуют не один предполивной порог влажности, а используют дифференцированную схему, деля на части вегетационный период. Так изучая водный режим сои, Заверюхин делит вегетационный период на 2 части: первую - до цветения, вторую - от цветения до полной зрелости зерна.

Наибольшая урожайность была получена на вариантах, где поддерживали дифференцированный водный режим почвы 70-80% НВ, и составил 2,55 т/га. С целью более точного изучения предполивного порога влажности почвы необходимо весь вегетационный период разделить на 3 межфазных периода: до цветения – цветение – начало формирования плода – созревание.

По исследованию видно, что каждый из 3 периодов по-разному реагирует на дополнительный приток влаги. При увеличении влажности почвы в первый период с 60 до 70% НВ урожай увеличился на 19,6%; от 70 до 80% НВ во втором периоде – на 26%, а в третьем – на 23,8%.

Полученные данные свидетельствуют о том, что соя наиболее чувствительна к увеличению влажности почвы во время цветения и формирования бобов. В первый и третий этап значение влажности почвы

менее значимы для формирования большего объема урожая (Губаюк Ю.Д. [48]).

В период с 1979 по 1981 год проведен ряд исследований по установлению оптимальных режимов орошения, которые в сочетании с расчетными нормами внесения удобрений обеспечивают планируемый урожай зерна. Так при поддержание дифференцированного режима почвы на 70-80-70% НВ обеспечило урожайность, близкую к запланированной, при минимальных затратах воды на 1 тонну зерна.

Самая высокая фактическая урожайность зерна сои 3,45 т/га была получена по варианту с постоянным порогом влажности равным 80% НВ. Здесь коэффициент водопотребления составляет 1435 м³/т и является самым маленьким для Саратовского Приволжья, но при снижении предполивного порога влажности до 70% НВ этот коэффициент возрастает почти вдвое до 2407 м³/т [97].

Ряд других авторов также считают модель НВ 80% наиболее оптимальной и продуктивной [25; 74; 97]. Урожайность соевых бобов по некоторым опытам достигала 3,5-4 т/га.

Саенко Н.П. [153] говорит, что в условиях недостаточно увлажнения, примером служит Сарпинская низменность Республика Калмыкия, самые высокие урожаи зерна сои были получены на вариантах с порогом влажности 80% НВ.

К аналогичным выводам пришел Балакай Г.Т. [16], который получил максимальную урожайность в условиях Северного Кавказа с высоким нижним пределом влажности 80% НВ в течение всего вегетационного периода. В тоже время отмечена высокая реакция культуры на улучшение подачи влаги в период наполнения бобов повышением урожайности.

Зависимость урожайности сои от глубины увлажненного слоя почвы была отмечена А. Бабичем [13]. Впоследствии Саенко Н.П. [153] отметил наивысшую эффективность орошения на глубине увлажненного слоя почвы

до отметки равной 0,6 м., объясняя это особенностями распределением корневой системы сои.

По словам Баранова В.Ф. [18], в условиях Краснодарского края оптимальной глубиной увлажнения для сои является 0,4 м, при которой была получена самая высокая урожайность сои – 3,06 т / га. На основании опытов Балакай Г.Т. [19] считает оптимальной глубиной увлажнения слой до 0,6 м.

Как видим, в этом вопросе нет единого мнения, вероятнее всего это связано с большим количеством факторов, влияющих на корневую систему сои.

Характер предполивного режима почвы задает вектор, оказывающий влияние не только на продуктивность сои, но и на ее качественный состав. Так, в исследованиях Балакай Г.Т [16] было отмечено, что во время орошения в зерне сои содержится до 36% белка и до 19,5% жира.

В тоже время самый низкий процент содержания белка наблюдался в варианте с достаточной влажностью 80% НВ в течение всего вегетационного периода. Влажность почвы во время цветения и наполнения бобов до 60% НВ способствовала увеличению содержания белка в зерне на 0,4-1%, в то время как содержание жира уменьшилось на 0,2-0,9%.

В некоторых исследованиях культуры орошали с учетом отношения объема поливной воды к общему испарению (OPV: SI). При режимах полива OPV:SI с отношением 0, 80; 0,60 и 0,40 расход воды на сою составляет 450-533, 350-438 и 250-393 мм соответственно [45; 49; 50, 194].

Засушливая погода влияет на физиологические и морфологические особенности роста и развития сои, которые, в свою очередь, влияют на образование клубеньков, фиксацию азота, рост и урожайность. Стресс растений, вызванный засухой, зависит от многих факторов, в том числе фазы развития, тяжести и продолжительности стресса от недостатка влаги.

Дефицит воды по-разному влияет на растения – от невидимых процессов до увядания и гибели. Недостаток воды влияет на экспорт ассимилянтов из листьев.

Когда в почве ощущается дефицит водных ресурсов, то уменьшается содержание хлорофилла и других физиологических параметров, например, скорость фотосинтеза, общая площадь отверстий – устьиц на единицу поверхности листа, эффективность ассимиляции углерода, скорость испарения и коэффициент использования воды (КИВ) [10].

При недостатке воды даже в течение короткого периода (до 10 дней) на стадии наполнения семян снижает скорость обмена углерода, результатом становится быстрое созревание, небольшой размер семян и снижение урожайности. В условиях стресса, вызванного засухой, соевые бобы характеризуются потерей бобов, что может быть связано с низким количеством ассимилянтов в листьях и нарушением способности бобов использовать сахарозу.

Стресс, вызванный засухой во время репродуктивной фазы, уменьшает количество образующихся бобов. Доган и др. установили, что недостаток воды в фазах приводит к значительному снижению урожайности по сравнению с интенсивным поливом, причем наибольшее снижение урожайности связано с нехваткой воды.

Как и засуха, чрезмерная влажность почвы или заболачивание также оказывает неблагоприятное воздействие на сою. Избыточная влажность может быть вызвана проливными дождями или чрезмерным поливом – эта проблема чаще встречается в почвах с тонким гранулометрическим составом.

Избыточное поступление влаги в семена сои после посева может привести к набуханию и к их физическому повреждению, следствием этого являются плохие всходы и низкая урожайность.

Переувлажненность почвы при недостаточном дренировании оказывает негативное влияние на развитие семян сои. Кроме этого, стресс, вызванный избытком почвенной влаги, приводит к снижению содержания питательных элементов, таких как азот, калий, фосфор, магний, медь и кальций, в листьях сои и может замедлить рост растений.

Согласно всему вышесказанному мы видим, что огромную значимость в производстве той или иной сельскохозяйственной культуры на землях с недостаточной влагообеспеченностью играет полив.

1.6 Отношение сои к условиям минерального питания и удобрениям

Научные труды и практика возделывания бобовых культур на территории Российской Федерации, в том числе Алтайского края, Новосибирской и Омской областей показывают, что при формировании высоких урожаев имеет большое значение применение питательных элементов.

Одним из важных элементов, влияющих на рост и развитие растений, является продуктивность почв. Соя очень требовательная культура к условиям питания. Она больше чем зерновые культуры поглощает азота, фосфора, калия и др. веществ. Соя использует микроэлементы и питательные вещества в ходе роста неравномерно. До фазы цветения поглощает примерно 10%, а 60-70% в период формирования бобов. Основным элементом сои это белок, для его накопления необходимо большое потребление азота. Количество биологического и минерального азота может быть разным в зависимости от плодородия почв и погодных условий.

Семена сои с высоким содержанием белков и жиров около 60%, требуют дополнительного минерального питания. Для формирования 1 т семян сои необходимо 80-90 кг азота, 50-65 кг калия, 15-25 кг фосфора. Соя выносит этих элементов в 1,5-2 раза больше по сравнению с зерновыми [12]. В среднем соя 60-70% азота усваивает посредством работы клубеньковых бактерий. Результаты исследований показывают, что соя не только обогащает почву азотом, а еще и в меньшей степени, чем другие культуры, её истощает [12; 16; 22; 74; 101; 129].

Как большинство бобовых культур, по разным данным, соя накапливает и фиксирует азот воздуха от 41 до 140 кг/га. С другой стороны, потребность соевых бобов в азоте и особенности фиксации его клубеньками, приводят к дефициту в необходимом питании сои на протяжении всего вегетационного периода. Это может быть подтверждено исследованиями, проведенными Даниличевым С.Н. [53].

Наибольшее поглощение элементов происходит в период от цветения до формирования зерна.

Рассмотрим основные особенности в питании сои. При содержании подвижного фосфора на отметке ниже 50 мг/кг формируется дефицит в питании. В зависимости от вида почвы, недостаток влаги в начале вегетации сдерживает поглощение фосфора из удобрений, а в следующих фазах роста доля почвенного фосфора уменьшается, а из удобрения возрастает.

Разница в условиях питания фосфором напрямую влияет на рост, развитие и продуктивность соевых бобов [4; 7; 144]. Бабич А.А. [12] отмечает, что добавление фосфоритовой муки в количестве около 1 кг/га дает прирост зерна сои на 0,45 тонны с 1 га. Оптимальная норма суперфосфата – 90 кг/га, при его использовании урожайность сои увеличилась на 0,48т/га.

На кислых почвах, отмечается многими авторами, использование фосфоритовой муки под соей увеличивает ее эффективность [46; 47; 71; 75; 82; 102]. При этом, наибольшая чувствительность сои к минеральному фосфору наблюдается при содержании подвижного фосфора, определенного по методу Чирикова, на уровне не выше 20 мг/1кг почвы.

По исследованиям Даниличева С.Н., эффективность фосфорных удобрений подтверждена на каштановых почвах [53]. Было доказано статистически значимое увеличение урожайности сои более чем на 13%. Некоторые авторы отмечают эффективность введения высоких (100-120 кг/га) доз минерального фосфора [48; 60].

Эффективность фосфорных удобрений также изучали и на лугово-черноземных почвах, которые являются объектом в наших исследованиях. В

этом типе почв доля почвенного фосфора, питающего сою, выше, что свидетельствует о большей доступности для растения на данных почвах, что создает благоприятный фосфатный режим.

Повышение влажности почвы до пределов полевой влагоемкости увеличивает потребности сои в фосфоре и улучшает его усвоение. Азотные удобрения, как отмечает В.Т. Куркаев [103] особенно резко увеличивают урожайность вегетативной массы. Чрезмерный рост вегетативной массы перед цветением приводит к снижению урожайности семян сои, что обусловлено сильной штриховкой растения с листьями верхнего и листьями нижнего ярусов. В расчетах внесения весенней подкормки это необходимо учитывать.

При больших дозах минеральных удобрений клубеньковые бактерии переключаются на пищу с легко растворимыми формами минерального азота и выступают в качестве конкурентов (паразитов), забирая продукты фотосинтеза у растений, для накопления бактериальной ткани и метаболических процессов в клетке [13; 16; 53; 60; 100; 102; 131].

В таких случаях растения теряют продукты фотосинтеза, которые необходимы для формирования культуры [60]. В связи с этим, большое количество ученых [12; 60; 85; 101], провели исследования по выявлению эффективных форм азотного питания.

Питание азотом и усвоение его осуществляется исключительно в симбиозе с азотофиксирующими клубеньковыми бактериями. Данный симбиоз обеспечивает 75% потребности в элементе. Соя при недостатке почвенного азота и снижении симбиоза положительно отзывается на удобрения, содержащие азот. Максимальное потребление азота приходится на фазу налива бобов, по сравнению с фазой бобообразования симбиоз увеличивается в 3 раза.

На эффективность минеральных удобрений оказывает глубина их заделки. На лугово-черноземной почве наиболее благоприятное влияние на клубеньковые бактерии оказывает заделка на глубину 10-20 см.

Многие ученые спорят об эффективности применения азотистых удобрений. При наблюдениях Балакая Г.Т. [16] показано, что даже азот в малых дозах (до 10 кг/га) оказывает угнетающее действие на клубеньковые бактерии. Количество клубеньков на одно растение уменьшается с 94 до 58. На почвах, менее насыщенных азотом, повышается эффективность удобрений. При внесении 60 кг/га азота увеличение составляет 30%, а комбинированный эффект минерального азота и клубеньковых бактерий (инокуляция семян сои) составляет 40% по сравнению с контролем. Но доминирующее большинство все-таки доказывают, что азот создает благоприятные условия для роста и развития растения и вследствие этого увеличения урожайности.

Губаюк Ю.Д. утверждает, что огромное значение имеет и технология внесения азота. Утверждая о необходимости внесения под осеннюю вспашку. Бабич А.А. [12] также отмечает высокую эффективность глубокого встраивания минерального азота под зиму на 27-30 см, что обеспечивает нормальные условия для азотфиксирующей активности клубеньковых бактерий, которые развиваются в верхнем слое почвы (0,15-0,20 м).

Многие авторы в своих работах отмечают высокую потребность соевых растений в калийных удобрениях. Вынос калия растениями сои был исследован Кузиным В.Ф. [100]. Он отмечает, что в первый период роста соевых бобов от их всхода и до формирования, необходимо в 3 раза больше калия, чем фосфора. Значение калия, как одного из элементов минерального питания увеличивается в связи с тем, стимулируется активность клубеньковых бактерий [60].

Была отмечена высокая эффективность применения комплексных минеральных удобрений. Увеличение урожайности зерна сои по данным [16; 48; 53; 60] от внесения комплексных минеральных удобрений в отдельных случаях превышает 50%. Некоторые исследователи [43; 44; 76; 102; 173] отмечают эффективность использования микроудобрений под сою. В то же

время действие микроудобрений проявляется только в том случае, если их недостаточно в почве.

И наоборот, внесение микроэлементных удобрений в насыщенную ими почву оказывает токсическое воздействие на семена [46]. По словам Кудряшова Б.С. [99], на легких каштановых почвах Волгоградской области молибден очень эффективен, что дает прирост до 13% к фону. Еще большее увеличение можно получить, добавив необходимое количество кобальта (не больше 20% к фону). Многие авторы отмечают отзывчивость сои на внесение [46] органических удобрений. Так, согласно данным [12], на черноземах добавление 20 тонн навоза на гектар привело к увеличению урожайности зерна на 1,0 т/га. Такие же данные были получены в Рязанской области в результате исследований [83]. Урожай сои увеличился на 40-46% к контролю.

Применение удобрений ведет к повышению урожайности и улучшению качества сои. Большую роль занимает общий сбор белка и жира. Проведенные опыты Тучапского [168], в 1966-1968 гг. на опытном поле Львовского сельскохозяйственного института, при добавлении 45 кг азота на 1 га увеличили содержание сырого белка на 4,3%, а содержание масла в них было снижено.

По другим данным [12], внесение азотно-фосфорных удобрений в рядки увеличило содержание белка на 5,1-8%. Исследования Екимова К.Б. [60] показали увеличение белка в зерне сои при добавлении 90кг/га азота на 3,1%. При полном внесении удобрений, содержание белка увеличивается от 0,5-2% по отношению, к одному азоту, аналогичные результаты, получены в опытах Даниличева С.Н. [53].

Таким образом, в целом отмечается высокая эффективность использования минеральных и органических удобрений в направлении увеличения урожайности и улучшения качества сои.

Что касается применения удобрений в орошаемой земледелии, то их эффективность давно доказана. А с дальнейшим развитием орошаемого

земледелия, в том числе техники полива, более совершенной селекции сельскохозяйственных культур, разработкой новых гибридов, усовершенствованием технологии возделывания внесение их будет только увеличиваться.

По расчетам В. Вау Мезси, 1 м³ воды вымывает из почвы почти 50 г азота. В зависимости от почв, азотистые удобрения при оросительной норме в 3500 м³/га могут проникать на глубину до 1 м. [197]. Поэтому в орошаемом земледелии большинство культур в первую очередь отзываются на азотистые удобрения, а потом на фосфорные. Также в процессе орошения может нарушаться баланс фосфора, серы, калия.

1.7 Технология возделывания сои при орошении

Как показывает опыт возделывания сои, немаловажным фактором получения высоких урожаев является место в севообороте.

Соя дает самые высокие урожаи на полях без сорняков с благоприятным водно-воздушным режимом и хорошим предшественником. По мнению многих авторов, лучшими предшественниками для сои являются яровая пшеница, ячмень, овес, озимая пшеница, рожь. Хорошие предшественники - кукуруза на кукурузу, картофель, сахарная свекла [62].

Если предшественниками сои были бобовые культуры, подсолнечник, сорго, гречиха, рапс, суданская трава и другие культуры, то целесообразнее сою на эти поля не засевать. Зато сама соя является почвозащищающей и азотонакопительной культурой, благодаря которой севооборотная ротация облагораживается. Соя – ценный предшественник для разных культур в севооборотном цикле.

Одним из основных факторов возделывания сои является технология обработки почвы. Особенно важной в технологии выращивания сои является лущение стерни предшественника и глубокая вспашка.

Согласно экспериментам [12], проведенным во Всероссийском научно-исследовательском институте сои, лущение стерни показало хороший результат, при котором количество однолетних сорняков уменьшилось на 38%, а многолетних на 90%. Плюс вспашка на глубину 0,28-0,30 м. улучшает развитие растений и способствует образованию более крупной поверхности листьев, увеличению количества бобов и, в конечном итоге, увеличивает урожайность сои.

Глубокая вспашка также способствует борьбе с сорняками, к которым соя очень чувствительна. Так в опыте Калиберды К.Т. при вспашке на глубину 0,3 м общая засоренность почвы снижается на 15% по сравнению с более мелкой обработкой [74].

Процесс весеннего боронования показал, что при условии сухой весны данная процедура позволяет сохранить большое количество влаги в почве. По данным ВНИИ сои ежесуточная потеря влаги с поля, где не проведено боронование, может составлять до 45 м³/га [27]. По мнению Иванова Н.Я. и Шарова М.М. необходимой операцией является предпосевное прикатывание, которое помогает сохранить влагу в почве и дать более быстрые и ровные всходы сои [71].

Что касается посева, то здесь все зависит от семенного материала и соблюдения оптимальных сроков, норм и способов высева. Сроки сева в основном определяются по тепловому режиму и влажности почвы. Оптимальная влажность прорастания семян многими авторами считается 25% от веса сухой почвы, а температура почвы должна быть в пределах 14-15°С. [24; 64; 189].

Для территории Приалейской степи Алтайского края данные условия наступают в 1-2 декадах мая. Способы посева в разных регионах страны и при разных агроклиматических условиях разнятся. В европейской части России в основном сою высевают широкорядным способом.

В Западной Сибири чаще всего прибегают к сплошному севу. Многие авторы спорят о плюсах или минусах того или иного способа посева сои. Так

Синягин И.И. при поведении опыта сделал вывод, что при сплошном посеве элементы плодородия почвы наиболее полно используются при прикосновении корней одного вида растений. В результате более рационально используются микроэлементы почвы, увеличивается урожайность сои [156].

Бабич А.А. [12] указывает, что при недостаточном увлажнении лучшие результаты показывает посев с низкой нормой высева, и наоборот – более высокие урожаи дает посев с более высокой густотой. Это особенно важно при разработке технологий выращивания в условиях полива.

Что касается способа посева при орошении, то опыты, проведенные в Поволжья, не показали однозначных результатов, т.к. на разных вариантах были получены как положительные, так и отрицательные показатели по урожайности: где-то сплошной сев показал хорошие результаты, а где-то и широкорядный [85; 132].

Уничтожение сорных растений в ранний период развития сои – очень важное условие для получения высокого урожая. Разделяют несколько видов борьбы с сорняками, а именно механическую, химическую и комплексную.

Ряд ученых выступают только за механическую, т.к. применения гербицида зачастую может оказать негативное влияние на культуру. Так например по данным Детистовой Н.В., урожайность сои при механической прополке оказалась более высокой в сравнении с применением гербицида.

Есть несколько способов механической обработки – это провокационное весеннее прикатывания с последующей культивацией всходов и проведение междурядных обработок окучниками. В широкорядных посевах проводят междурядные обработки культиваторами УСМК-5,4, КРН-4,2, КРН-5,6, КРН-8,4 или фрезерным культиватором КФ-5,4.

Первую культивацию (на глубину 6-8см) необходимо начинать при обозначении рядков, главное успеть до развертывания первого тройчатого

листа и массового отрастания сорняков. Вторую (на 8 -10 см) – через 10-12 дней после первой, третью (на 6-8 см) – перед смыканием рядков.

Из дополнительных мер борьбы эффективным способом, является уничтожения проростков сорняков, боронование посевов до и после всходов. Боронование проводят поперек рядков, легкими или средними боронами, каждые 3-4 дня после посева. Обработку необходимо проводить при появлении нитевидных проростков сорняков, скорость движения агрегата составляет 6,0-7 км/ч.

Боронование всходов проводят в фазе первого тройчатого листа поперек рядков в солнечную погоду, когда растения теряют тургор и меньше повреждаются боронами. Рабочая скорость агрегата не должна превышать 5 км/ч. Как показали опыты, своевременными боронованиями удается снизить засоренность однолетними сорняками до 75% [12; 16; 20; 41; 92; 104].

Своевременное и качественное проведение механических обработок позволяет снизить засоренность посевов сои и обойтись без применения гербицидов. Однако при возделывании сои по минимальной обработке почвы, посевы сильно зарастают не только однолетними, но и многолетними сорняками, поэтому, к сожалению, применение гербицидов неизбежно.

Борьбу с сорняками желательно начинать сразу после уборки предшественника. При засоренности поля многолетними сорняками проводят опрыскивание вегетирующих сорняков препаратами сплошного действия на основе глифосата «Глифошанс», ВРК в норме 4,0-6,0 л/га против осотов, пырея и молочая и 6,0-8,0 л/га – против вьюнка, свинороя и других злостных многолетних сорняков или «Глифошанс Супер», ВРК в норме 2,5-4,0 л/га и 4,0 – 6,0 л/га соответственно [51].-

Для эффективного удаления сорняков до и после посева сои поля обрабатывают до- и после всходов гербицидами. Среди почвенных гербицидов до посева или после посева для удаления однолетних злаковых и некоторых двудольных при наличии достаточного количества влаги в верхнем слое почвы эффективно использование гербицида на основе С-

метолахлора Душанс, КЭ* (1,3-1,6 л/га), для ограничения вредоносности однолетних двудольных и злаковых сорняков – препараты на основе метрибузина Зенкошанс, КС (0,6-1,0 л/га) и прометрина Шангард, КС (2,5-3,5 л/га).

Если весной, после закрытия влаги (боронования), на полях появилось много осотов и др. сорняков, то за 2-5 дней до посева можно провести опрыскивание препаратом на основе глифосата Глифошанс, ВР (3,0 л/га). При этом посев сои осуществляют без предпосевной культивации.

После применения Имазошанса, ВР на следующий год можно высевать все культуры, кроме сахарной свеклы (безопасный интервал между применением гербицида и посевом свеклы – 16 мес.).

По технологии No-till контроль сорняков в посевах сои особенно важен. Из-за наличия большого количества растительных остатков, почвенные гербициды не применяют, используют послевсходовые препараты. Если соя высевается после кукурузы на зерно, уборка которой проводится поздно, то обычно осенью борьба с сорняками не ведется.

Гербициды сплошного действия вносятся до посева сои. В фазе 3-4 листьев сои посевы обрабатывают вышеуказанными страховыми гербицидами одновременно с регуляторами роста и микроудобрениями.

Также немаловажным агротехническим приемом получения высоких урожаев сои на орошении является применения удобрений.

Для большинства регионов России соя – нетрадиционная культура и составляет небольшой удельный вес в производстве, поэтому для получения стабильно хороших урожаев требуется внесение азотных удобрений, либо использование менее затратного метода инокуляция семян эффективными штаммами клубеньковых бактерий. Одним из основных питательных элементов является азот. При его нехватке соя развивается намного хуже.

По рекомендациям для возделывания сои, оптимальная доза минеральных азотных удобрений составляет от 45 до 60 кг/га. Внесение соответствующих доз минерального азота (аммиачная селитра берется из

расчета наименьшей стоимости равной 13тыс. руб./т). При данном расчете, в среднем сумма составит 1550-2150 руб. на 1 га посевов. Данное количество удобрения, полностью не восполнит необходимое количество, т.к., на 1 тонну урожая сои, необходимо, необходимо, около 70 кг азота.

На сегодняшний день оптимальным решением выступает применение инокулянта «Ризоторфин». При использовании препарата, в корневой системе сои формируется симбиотический аппарат, называемый клубеньками. Их способность заключается в фиксации атмосферного азота из воздуха и его перевод в доступную для растений форму. Выходит, растения получают необходимый элемент питания намного быстрее. Стоимость такого агроприема во многом уменьшает издержки в 4-5 раз, по сравнению с внесением минеральных удобрений. В среднем затраты около 300-400 руб./га.

Также инокулянт – «Ризоторфин» в максимальной степени соответствует биологическим особенностям сои. Прослеживается связь с медленным началом вегетационного периода и активным потреблением в конце.

Наибольшая потребность в удобрениях, наблюдается от цветения до формирования и налива бобов. Минеральный азот, внесенный в больших дозах в начале вегетационного периода, не сохраняется в достаточных количествах до фазы цветения, когда это особенно необходимо, поэтому при выращивании соевых бобов рекомендуется его частичное использование в виде подкормки.

Критический период усвоение азота соевыми бобами составляет около 2-3 недель до цветения и 2 недели после. При недостатке азота заметно снижается ее продуктивность, компенсация удобрений на более поздних этапах роста не несет никакой динамики.

При использовании соей «Ризоторфина» не потребуется азотная подкормка, так как клубеньки будут «поставлять» растениям необходимое количество азота в течение всего вегетационного периода роста и развития.

Было доказано, что азотные удобрения препятствуют образованию клубеньков. Их количество и масса на оплодотворенном фоне меньше, чем на неоплодотворенном фоне. Это связано с тем, что при достаточном насыщении почвы минеральным азотом, соевые бобы используют его. При недостатке азота (на неоплодотворенном фоне) симбиотический аппарат формируется гораздо интенсивнее. Созревание клубеньков сдерживается, пока содержание минерального азота в почве не уменьшится до определенного уровня.

Предпосевная обработка в больших объемах семян вызывала значительные трудности. Согласно рекомендациям, инокуляцию необходимо проводить в день посева. Условие отсутствие солнечного света и контакта с пестицидами. Решением стала разработка механизированного внесения микробиологических препаратов в почву при посевах зерна. (НВ-С).

При таком способе применения дополнительные технологические операции исключаются перед посевом, а обработка осуществляется непосредственно высеваяющим устройством в полевых условиях. Все это способствует более широкому внедрению инокулянтов в сельском хозяйстве и, следовательно, получению более высоких урожаев (рис. 6).



Рис. 6 – Внешний вид полей без инокуляции (контроль) и применением инокулянта «Ризоторфин»

Одним из условий эффективности данных препаратов является – качество, оно, в основном, определяется технологией производства. На рынке микробиологических препаратов достаточное количество различных вариантов. Есть с хорошим и не качественным составом. Ведь для производства качественного и эффективного инокулянта необходимы: дорогостоящие специализированные технологические линии, современные технологии и специалисты. Разработка (или совершенствование) технологий для конкретного штамма занимает не менее 3-5 лет работы.

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ, МЕТОДЫ И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Объекты исследований

Объектами исследования являются: зернобобовая культура – соя; орошаемые лугово-черноземные почвы на Алейской оросительной системе.

Сорт сои, возделываемой в исследованиях – «Золотистая».

Сорт характеризуется как скороспелый с высоким расположением нижних бобов, имеющий повышенный потенциал продуктивности. Сорт числится в Госреестре РФ с 2013 г. и допущен к использованию в 9, 10 и 11 регионах РФ в том числе применим для территории Алтайского края. Авторами сорта являются А.М. Асанов, Л.В. Омелянюк, А.Ю. Кармазина, Г.Я. Козлова, Л.В. Мешкова, Н.Л. Москалец, П.В. Поползухин. [10; 87]

Происхождение: Магева х (Maple presto х Л 1339/86). Апробационные признаки: Маньчжурский подвид. Высота растений 75-120 см. Число междоузлий до первого соцветия – 2-3. Цветки мелкие, фиолетовой окраски. Бобы луцильные, устойчивые к растрескиванию, длиной 4-5 см, слабоизогнутые. Среднее число бобов на растении – в среднем 40 шт. Средняя высота прикрепления нижнего боба 14,5 см.

Семена округлой формы, желто-зеленые, окраска семядолей желтая. Число семян в бобе 2-3, максимальное – 4 шт. Семенной рубчик узкоовальной формы и слабо выражен. Масса 1000 семян 125-176 г. Хозяйственно-агрономические признаки: сорт среднеранний (созревает за 92-99 суток). Устойчивость к болезням и абиотическим стрессорам: сорт отличается засухоустойчивостью, более устойчив к поражению бактериозом; не имеет твёрдокаменных семян. Урожайность: за годы КСИ в ФГБНУ «Омский АНЦ» средняя урожайность семян составила 2,79 т/га.

Максимальная урожайность получена в 2016 г. – 3,81 т/га. По качеству зерна, сорт Золотистая имеет среднее значение по белку 39,5%, К основным

достоинствам можно отнести повышенный потенциал продуктивности в сочетании со скороспелостью и высоким расположением нижних бобов, что помогает сократить потери при уборке.

2.2 Схема опыта и методики исследования

Схема полевого опыта нами была разработана на основании поставленных цели и задач исследования. Полевой опыт был заложен на землях Крестьянско-фермерского хозяйства «Агророс»: Алтайский край, Рубцовский район, п. Новороссийский удаленность от г. Рубцовска 40 км в 2016 году на лугово-черноземной почве. Опыт сопровождался постоянными наблюдениями, исследованиями, учетами, всё выполнялось с соблюдением требований методик опытного дела [58].

Закладка опыта производилась согласно разработанным методикам полевого опыта. Размещение вариантов – систематическое, повторность опыта – 3-х кратная. Площадь опытных участков по 10 га. Полив осуществлялся дождеванием с помощью ДМ «Фрегат» модификация ДМУ-Б434 – 90. Глубина регулируемого поливами слоя почвы – 0,5 м. Возделываемая культура – соя. Предшественник – кукуруза на зерно.

Схема полевого опыта включала 7 вариантов (табл. 5), которые различались уровнем предполивной влажности почвы и дозой бактериального удобрения.

На опытных участках были выделены наблюдательные динамические площадки размером 1 га (100x100 м). На этих площадках закладывались почвенные разрезы для определения свойств почв и их плодородия. В течение вегетационного периода сои проводили отбор образцов почвы для наблюдения за динамикой влагозапасов, а также провели учет урожайности.

Полевые и лабораторные исследования проводились с использованием общепринятых методик. Физические и водно-физические свойства почв определяли по методикам, изложенным в работах С.В. Астапова, Н.А.

Качинского, А.Ф. Вадюниной и З.А. Корчагиной [11; 32; 77; 92]. По методике Н.А. Качинского определяли гранулометрический состав почвы, структурно-агрегатный состав (сухой рассев) – по методу Н.И. Саввинова, водопрочность почвенных агрегатов (мокрый рассев) с помощью прибора И.М. Бакшеева. [77]

Таблица 5 – Схема полевого опыта в 2016-2018 гг.

№ варианта	Предполивной порог влажности почвы, % НВ	Доза бактериального удобрения	Планируемая урожайность, т/га
1	без орошения	без удобрения	0,9
2	60	без удобрения	2,0
3		Ризоторфин (3 л на 1 тонну семян)	2,5
4	70	без удобрения	2,5
5		Ризоторфин (3 л на 1 тонну семян)	3,0
6	80	без удобрения	3,0
7		Ризоторфин (3 л на 1 тонну семян)	3,5

Плотность сложения почвы определялась методом режущего кольца без нарушения структуры почвы, а плотность твердой фазы почвы определялась пикнометрическим методом. Наименьшую влагоемкость (НВ) определяли в полевых условиях методом малых заливаемых площадок с последующим определением влажности термостатно-весовым методом. Водопроницаемость почвы определялась по методике С. И. Долгова [56].

Химический анализ почвы проводился в соответствии с общепринятыми методами, описанными в работе Е.В. Аринушкиной [8; 9]. Кислотность почвы (рН водной вытяжки) определялась потенциометрическим методом с использованием рН-метра, гумус – по И.В.

Тюрину, емкость поглощения обменных оснований по методу К.К. Гедройца. Общий азот – по Кьельдалю, легкогидролизуемый азот – по методу И.В. Тюрина. Общее содержание фосфора и калия – по Лоренцу и Мачигину, подвижные формы фосфора и калия – по Чирикову в некарбонатных почвах и по методу Мачигина – в карбонатных. Влажность почвы определяли термостатно – весовым методом в начале и конце вегетации сои, а также перед каждым поливом [14].

Отбор проб для определения солевого режима почв проводили два раза в год весной и осенью. Водорастворимые катионы (K, Na, Ca, Mg) и анионы (SO_4 , Cl, CO_3) определяли путем вытяжки из почвы водой в соотношении 1:5.

Определение калия, натрия проводили пламенной фотометрией, кальция, магния – титрометрическим методом с трилоном Б, сульфатов – весовым методом (или титрованием), хлориды – при помощи титрования азотнокислым серебром, сухой остаток – весовым методом. Уровенный режим грунтовых вод замеряли по наблюдательным скважинам.

Отбор проб оросительных вод осуществляли путем взятия проб из водоисточников. При анализе поливных вод использовали пособие Ю.Ю. Лурье [106]. Химический анализ проводился по следующим показателям: pH – потенциометрией, карбонаты – титрометрическим методом, хлориды – титрометрическим методом с азотнокислым серебром; сульфаты – гравиметрическим методом; кальций и магний – объемным комплексометрическим методом; натрий, калий – пламенная фотометрия на приборе Flamo; сухой остаток – гравиметрическим методом.

Агротехника выращивания сои на всех участках была общепринятой для данной зоны. Учет урожая сои проводили по вариантам опыта вручную весовым методом в десятикратной повторности. Учетная площадь составляла 1,0 м². Обработку урожайных данных проводили дисперсионным методом Б.А. Доспехова [58].

Разработка режима орошения заключается в определении сроков и норм поливов. Режим орошения устанавливают в соответствии с

биологическими особенностями растения расчетным путем, почвенно-климатическими и гидрологическими условиями орошаемого участка, способом и техникой полива, агротехнической технологией возделывания культуры.

Поливы проводились при снижении влажности почвы до 60%, 70%, 80% НВ. Фактическую поливную норму определяли по дождемерам Ф.Ф. Давитая. Водопотребление растений рассчитывали методом водного баланса.

Определение оросительных норм осуществлялись по методике С.М. и А.М. Алпатьевых [5; 6] и по формуле А.Н. Костякова [93]. Определение поливных норм проводили по формуле А.Н. Костякова. Сроки полива определяли по методу СевНИИГиМ и по методу С.М. Алпатьева по дефициту водного баланса.

2.3 Региональные почвенно-климатические условия проведения исследований

Алтайский край находится в азиатской части России, на юго-востоке Западно-Сибирского экономического района. Географические координаты края: 78° и 90° восточной долготы, 49° и 54° северной широты. По широте Алтайскому краю соответствуют на западе Южный Урал, Среднее Поволжье; на востоке – юг Восточной Сибири, север Монголии, южная часть Камчатки.

Основные особенности географического положения Алтайского края следующие:

- большая удаленность на тысячи километров от крупных водоносных (морей и океанов);
- расположение в северо-умеренном поясе, на границе Западно-Сибирской равнины и пояса гор Южной Сибири.

Географическое положение оказывает существенное влияние на формирование основных черт природы Алтая.

Алтай – это уникальный край контрастов. Благодаря горизонтальному расположению, эта местность содержит в себе несколько совершенно противоположных климатических поясов. В одну экспедицию вы можете попасть в полупустынные сухие степи и хвойную непроходимую тайгу; бескрайние луговые просторы и вечные снега, горные вершины, пещеры, гроты и удивиться бесчисленному количеству озер, быстрых холодных рек с обилием порогов и красивейших горных водопадов [179].

Алейская оросительная система как объект исследования входит в природно-ландшафтную зону Приалейской степи. Климат территории степного Алтая формируется под сильным воздействием суши, которая летом быстро и сильно нагревается, а зимой также быстро теряет свою теплоту. Поэтому климат этого региона является резко континентальным с продолжительной, холодной зимой и жарким коротким летом. По обеспеченности осадками степная часть Алтайского края характеризуется типичной неустойчивостью увлажнения, крайне неустойчивым по годам выпадением осадков.

Климат района исследований (Приалейская степь, Алейская оросительная система) сходен с климатом других степных районов края. По многолетним наблюдениям безморозный период длится 124 дня. Средняя годовая температура воздуха $+1,6^{\circ}\text{C}$, сумма среднесуточных температур воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$ достигает 2342°C . Наиболее теплым месяцем является июль ($+20,3^{\circ}\text{C}$). За период май – август средняя температура воздуха составляет $19,5^{\circ}\text{C}$, $17,5^{\circ}\text{C}$ и $15,7^{\circ}\text{C}$ соответственно при обеспеченности 5%, 50% и 95% (рис. 7), [148].

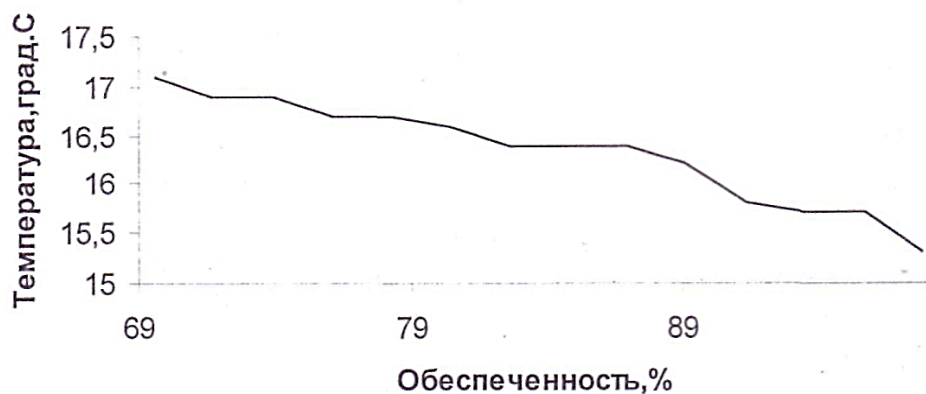


Рис. 7 – Обеспеченность средней температуры воздуха за май-август (анализ данных за 2016-2018 гг.)

Относительная влажность воздуха (в 13 часов дня) в среднем за год составляет 71%, и за вегетацию (май-сентябрь) – 62,6%, а средний дефицит влажности для этих периодов соответственно равен 4,4 и 8,8 мб. Средняя годовая температура поверхности почвы +3°C, в вегетационный период (май-сентябрь) + 19,4°C (рис. 8). Глубина промерзания почвогрунтов достигает 270 см. Полное оттаивание наступает 29 апреля. Снежный покров образуется в начале ноября: сход снежного покрова наблюдается в начале апреля [148].

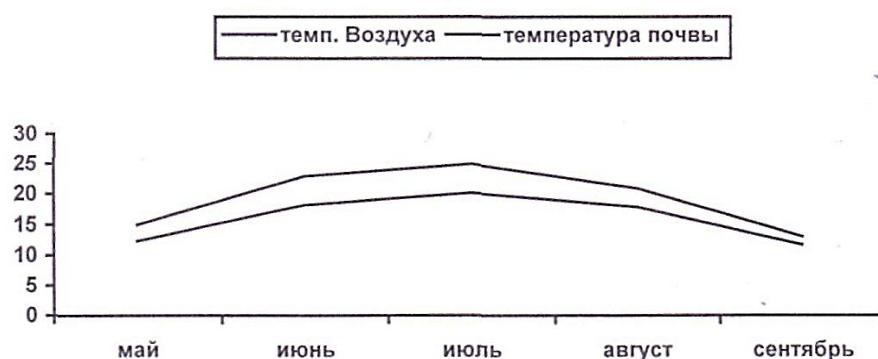


Рис. 8 – График изменения температур воздуха и поверхности почвы за вегетационный период (многолетние наблюдения)

Продолжительность периода со снежным покровом изменяется от 150 до 200 дней. Толщина снежного покрова обычно небольшая.

Годовое количество осадков при 50% обеспеченности составляет 449

мм, за вегетацию – 207 мм, при 85% и 95% беспечности их количество по периодам составило соответственно 347 мм 171 мм и 323мм 149 мм. За май-август количество осадков при 5% обеспеченности осадков составило 248 мм, в средний по влажности период (50% обеспеченность осадков) – 169 мм и в острозасушливый период (95% обеспеченность осадков) – 50 мм (рис. 9).

Весенний период чаще засушлив из 70% влаги, приходящейся на теплый период, только четвертая их часть распределена на апрель-июнь. Это отрицательно сказывается на развитии растений из-за дефицита влаги.

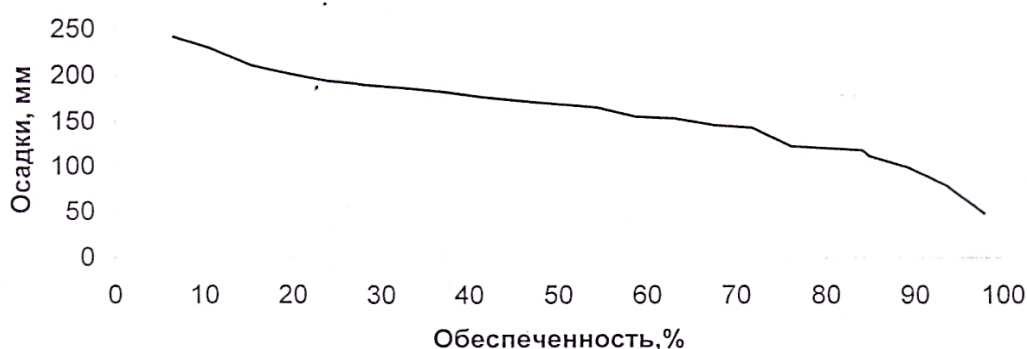


Рис. 9 – Обеспеченность осадками за май-август
(анализ данных за 2016-2018 гг.)

Испарение с водной поверхности (за апрель-октябрь) при 50% обеспеченности составляет 636 мм, а в очень засушливом году – 770 мм. Коэффициент увлажнения (отношение количества выпадающих осадков к испаряемости) за вегетационный период равен всего лишь 0,3, т.е. выпавшие осадки покрывают потребность только на 30-40%. Величина гидротермического коэффициента (ГТК) составляет 0,8-1,0 и характеризует слабое увлажнение.

Значительному испарению влаги из почвы способствуют часто повторяющиеся ветра с высокой скоростью перемещения. Среднегодовая скорость ветра составляет 5,2 м/с (таблица 6).

Таблица 6 – Среднемесячная и годовая скорость ветра

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	год
скорость, м/сек	5,9	5,8	5,4	5,3	5,3	4,7	3,9	3,8	4,2	5,4	6,1	6,3	5,2

Более детально преобладающее направление ветра представлено на рис. 10.

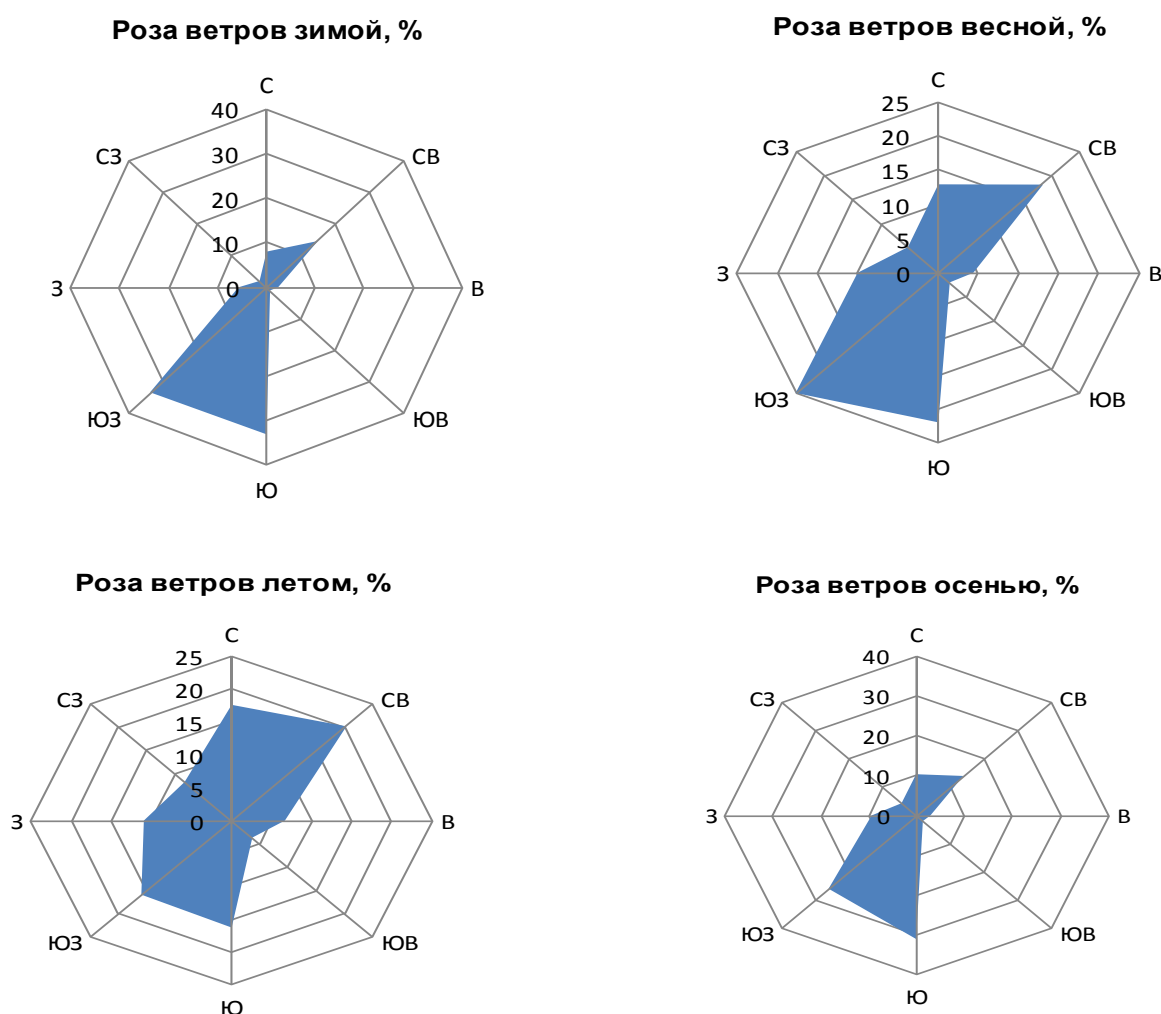


Рис. 10 – Сезонная роза ветров в исследуемом районе, %

Преобладающее направление в период вегетации – северо-восточное с минимальной средней скоростью 4,0 м/сек.

2.4 Погодные условия в годы проведения исследований

Погодные условия вегетационных периодов по годам исследований (2016-2018 гг.) были неравнозначны (табл. 7). Период май-сентябрь 2016 г. отличался большой сухостью. Осадков выпало всего лишь 101,8 мм при норме 205 мм, а температура воздуха превышала норму на 1,5°C. Период вегетации 2017 г. по осадкам соответствовал многолетним значениям, а температура воздуха была выше среднемноголетней на 1,2°C. Вегетационный период 2018 г. был сухим и теплым. За май-сентябрь осадков выпало на 61,2 мм или на 30% меньше нормы, а температура воздуха превышала среднемноголетнюю на 1,6°C.

Таблица 7 – Погодные условия периода исследований (по м/с г. Рубцовска)

Показатели	Год	Месяцы вегетации					Среднее или сумма
		V	VI	VII	VIII	IX	
Сумма осадков, мм	2016	50	10,8	17	21	3	101,8
	2017	43	56	58	33	16	206,0
	2018	11,8	31	36	36	29	142,8
	ср. мн.	39	44	49	41	32	205
Средняя температура воздуха, °С	2016	15,6	19,0	20,3	19,5	13,5	17,6
	2017	12,8	19,2	22,3	21,1	11,0	17,3
	2018	16,2	17,5	23,0	19,7	11,9	17,7
	ср. мн.	12,3	18,2	20,3	17,9	11,7	16,1
Средняя относительная влажность воздуха, %	2016	60,4	61,2	60,2	65,4	53,6	60,2
	2017	56,0	63,3	63,5	68,3	69,4	64,1
	2018	59,5	62,0	68,7	64,7	60,2	63,0
	ср. мн.	57	60	65	66	65	63,0
Средний дефицит влажности воздуха, Мб	2016	9,9	13,2	13,9	12,3	8,7	11,6
	2017	8,2	10,7	12,6	14,4	7,2	10,6
	2018	11,7	9,3	13,3	11,9	6,4	10,5
	ср. мн.	8,0	10,3	10,4	8,8	6,3	8,8
Дефицит естественного увлажнения, мм.	2016	67,6	124,2	129,9	102,2	120,9	544,8
	2017	70,1	73,2	89,1	88,4	168,3	389,1
	2018	112,1	92,5	93,9	102,7	70,1	471,3
	ср. мн.	59	80	86	77	54	356

Вегетационные периоды 2016-2018 г. в среднем характеризовались невысокой относительной влажностью воздуха (52,5-60,2% при

среднемноголетнем значении 63,0%). В среднем за май-сентябрь 2017 г. относительная влажность превышала среднемноголетнюю на 1,1%, а за 2018 г. – соответствовала норме.

Дефицит влажности воздуха в среднем за май-сентябрь, период вегетации 2016-2018 гг., превышал на 1,7-2,8 мб. Наибольший дефицит влажности воздуха в среднем за май-сентябрь отмечался в 2016 г. и составлял 11,6 мб. при норме 8,8 мб. Испаряемость за май-сентябрь была меньше нормы на 34 мм или на 5,7% в 2017 г., и больше нормы на 4-126 мм или на 9,6-22,5% – в 2018 году.

За вегетационный период 2016-2018 гг. дефицит естественного увлажнения составлял 389,1-544,8 мм. Наименьшим он был в 2017 гг., а наибольший - в период вегетации 2016 г., при среднемноголетней величине 356 мм.

Вегетационный период длится 120 дней, количество выпадающих осадков в этот период 140... 175 мм, гидротермический коэффициент в 2016 году составил 0,5, 2017 году – 0,9 и 2018 году – 0,7.

2.5 Геолого-географическое строение исследуемой территории

Специфичность природных условий Алейской степи Алтайского края и его равнинной части обуславливается в основном его положением на стыке равнины Западно-Сибирский низменности и горной системы Алтая и Салаира. Поверхность степной части края представляет равнину, редко прорезанную древними речными долинами и озерными котловинами. Своими очертаниями она представляет плоскую почти квадратную чашу со слегка приподнятыми широкими краями, окаймленными долинами Оби и Иртыша.

В равнинной части Алтайского края с востока на запад выделяются следующие геоморфологические районы: Бие-Чумышское плато, Приобское плато и Кулундинская аллювиальная равнина [65].

Восточная часть Приобского плато, где расположена Алейская степь, дренирована левыми притоками Оби (Чарыш, Алей): с северо-востока она ограничена долиной Оби с абсолютными отметками 120-140 м. Наивысшие отметки Приобского плато достигают до 300 м. Превышение главных водоразделов составляет около 110 м. [65; 199].

В геоморфологическом отношении территория Алейской оросительной системы входит в пределы эрозионно-аккумулятивной террасированной долины р. Алей с абсолютными отметками 105-230 м. Она расположена на древних террасах левого берега р. Алей. Протяженность её с юга на север от села Веселый Яр около 42 км при ширине от 3 до 6-7 км. Местность представляет собой равнину, полого наклоненную в двух направлениях: с Запада на Восток и с Юга на Север. От головной части массива и до озера Ракиты II вдоль р. Алей расположено центральное понижение. Оно состоит из нескольких западин, связанных между собой более слабо выраженными низинами. На массиве расположены еще два значительные по размерам замкнутые понижения: первое – юго-западнее озера Ракиты II, второе – на северной окраине орошаемого массива, к северу от поселка Безрукавка. Размеры их: глубина – 1,5-2 м, диаметр около 1,5-2 км. Кроме больших депрессий по всему массиву разбросаны многочисленные плоские блюдца глубиной 20-50 см. В северной части массива микрорельеф менее выражен, однако микропонижения и здесь есть в изобилии.

Между селениями Веселый Яр и Ново-Александровка расположена наиболее высокая и обширная возвышенность с выходами на поверхность выветривающегося гранита. Она отделяет орошаемый массив от р. Алей на протяжении более 10 км. Изрезанности глубокими балками, оврагами, ручьями нет.

К орошаемой территории примыкают три озера (Ракиты I, Ракиты II и Горькое), окруженные широкими низинами. В долине Алея насчитывается 4 террасы, пойма местами приподнимается на 8-9 м, первая надпойменная терраса – на 16 м, вторая и третья – на 35-40 м выше бытового уреза воды. На

последних, слабо выраженных в рельефе, расположена основная орошаемая площадь Алейской оросительной системы (АОС). Рельеф равнинный, с хорошо выраженным микрорельефом. Уклоны местности определяются падением в среднем около 0,4-0,5 м на 1,0 км. Пойма в долине Алей почти никогда не заливается. Долина р. Алей – место расположения орошаемой территории АОС, является крайней юго-восточной частью Западно-Сибирской низменности. Она представляет собой одну из многочисленных древних лощин стока. Мощные периодические потоки талых ледниковых вод образовали из продуктов разрушения Алтайских гор поверхностные напластования, представленные глинами, суглинками и песками, подстилаемые песчано-галечниковыми отложениями. Этим, очевидно, и объясняется неравномерное распределение осадочных пород на территории АОС [148].

В геологическом строении территории принимают участие несколько геолого-генетических комплексов:

- субаэральные верхнечетвертичные – современные отложения, представленные супесями с прослоями суглинков и песков пылеватых (мощность отложений 2-4 м);

- аллювиальные верхнечетвертичные отложения террас р. Оби и ее притоков представленные песками мелкими с прослоями супеси и суглинка (мощность отложений до 7-15 м);

- неогеновые отложения кочковской свиты, представленные глинами.

Характерной особенностью долины р. Алея является то, что она подстилается мощным слоем песчано-галечниковых отложений с отдельными прослоями слабопроницаемой глины.

В гидрогеологическом отношении исследуемая территория входит в пределы Кулундинско-Барнаульского артезианского бассейна. До первого регионального водоупора (глин кочковской свиты с отметкой кровли 200-195 м и $K_{\phi}=0,0001$ м/сут) выделены водоносные горизонты, приуроченные к верхнечетвертичным - современным отложениям с глубиной залегания до 3 м.

(водовмещающими породами являются суглинки, супеси с $K_{\phi}=0,25-0,5$ м/сут и пески пылеватые с $K_{\phi}=1-2$ м/сут), а также к аллювиальным верхнечетвертичным отложениям террас р. Оби и ее притоков (водовмещающими породами являются пески мелкие с $K_{\phi}= 2-10$ м/сут).

Неглубокое залегание песков создает сравнительно неплохие дренирующие свойства верхнего подстилающего слоя. В то же время на глинистых линзах они сильно ухудшаются. Единого водоносного слоя не прослеживается, он часто разбивается прослойками суглинков и глин на отдельные водоносы.

По материалам обследований Алтайводпроекта крупнозернистые водоносы залегают на глубине до 80 м в виде трех ярусов, переслаивающихся водоупорными глинами или тяжелыми суглинками. Последовательность расположения их часто нарушается. Песчано-галечниковые отложения подстилаются первым ярусом водоупоров, залегающих на глубину 8-15 м от поверхности. Второй водоносный слой подстилается водоупором на глубине 25-30 м (в южной части ещё ниже). Он мощнее первого и более крупнозернистый.

По-видимому, он сливается с первым в южной (головной) части системы, о чем свидетельствует одинаковый напор грунтовых вод при вскрытии первого и второго водоносов. В пределах трех террас водоносные слои увеличивают крупнозернистость в сторону реки и в южном направлении.

2.6 Гидрогеологические условия объекта исследования и используемые водоисточники

Основной водной артерией Степного Алтая является река Алей. Она играет огромную роль в хозяйственной структуре бассейна. Воду используют для сельскохозяйственного и промышленного и коммунального водоснабжения, орошения и обводнения пойменных земель. Кормовые

угодья бассейна сосредоточены в основном на пойме реки, площадь которой составляет около 120 тыс. га, и используются они в основном под сенокосы и пастбища.

Река Алей является левым притоком р. Обь и впадает в нее на 3461-м километре от устья. Свое начало она берет в западных отрогах Тигирекского хребта высота которого 810 м. Истоком принято начало реки Восточный Алей, при слиянии которого с Балочным Алеем образуется р. Алей. Длина реки составляет 866 км, площадь водосбора равна 21100 км², средний уклон реки – 0,78 %, в равнинной части – 0,30 %.

В верховьях реки Алей характерны сложные продолжительные весенне-летние паводки с множеством восходов снежного и дождевого происхождения. По мере продвижения вниз по течению на равнине влияние притоков гор уменьшается, а ближе к устью индивидуальные подъемы уровня сливаются в одну общую волну паводков. Наибольшая суточная интенсивность подъема уровня колеблется от 10-20 до 80-100 см, продолжительность подъема длится в среднем 10-15 дней.

Самые высокие уровни наблюдаются в основном в конце весеннего ледохода. Обычно это происходит в середине апреля, самые ранние даты прохождения максимумов фиксируются к концу марта. Период снижения уровня паводков в 2-3 раза длиннее подъема, наибольшая интенсивность снижения уровней составляет 10-15 см/сут. Уровень воды р. Аллея обычно стабилизируется в июне.

Также гидрографическая сеть района исследований представлена крупными озерами Горькое и Ракиты.

Все водные ресурсы Алейская оросительная система берет только из реки Алей. Для регулирования данной системы было построено Гилевское водохранилище. Емкость водохранилища составляет 471 млн. м³, в том числе предназначено для орошения 280 млн. м³, остальное должно отдаваться Алейской ОС общей площадью 50,6 тыс. га (перспективные данные).

В перспективе площадь орошения здесь могла достичь 100 тыс. га за счет завершения строительства Алейской оросительной системы (51 тыс. га) и ввода в эксплуатацию участков орошения на передвижном и стационарном оборудовании с водозабором из р. Алей.

В связи с регулированием стока р. Алей Гилевским водохранилищем, а также его боковых притоков за счет строительства плотин и перекрытия речных сооружений, частота затопления пойменных земель резко снизилась, что приводит к снижению их биологической продуктивности.

Вода подается из водохранилища в режиме сбросов сметных расходов на реку Алей к построенной водоподъемной плотине под Веселоярском, которая поднимает воду на 4 метра. Из образованного подпора над плотиной вода забирается в главный канал АОС.

Магистральный канал АОС расположен по всей прилегающей территории к западу г. Рубцовска с юга на север и имеет протяженность канала 120 км, среднюю глубину 2,5-3 м, ширину по дну – 6,0 м. Нормативные расчетные расходы канала: в голове 6,46 м³/сек., в хвосте (у оз. Ракиты) – 0,65 м³/сек. Фактически расход воды в канале по данным Рубцовского управления обводнительно-оросительных систем (РУООС) на сегодняшний день (2016 г) – снизился до 0,12 м³/с. в связи с заиливанием и зарастанием русла канала.

Канал работает в теплое время года с середины мая до октября, являясь источником питания и подпора грунтовых вод. На зимний период канал осушают, все сооружения (НС №1, НС №2, НС №3; и трансформаторные подстанции (ТП)) переводят в режим консервации.

Для бесперебойного забора воды ежегодно осуществляются диспетчерские графики, по которым вода попадает в нижний бьеф Гилевского гидроузла. Гидрологическое направление также представлено подземными грунтовыми водами слабонапорными, их уровень возрастает в направлении грунтового потока с юга на север.

Основной источник питания водоносных комплексов – атмосферные

осадки, а также сток воды из бассейна горных сооружений Салаира и Алтая. Потоки подземных вод из предгорных районов по погребенным долинам и зонам тектонических нарушений направляются к долинам рек Оби, Чумыша и Алея, которыми они дренируются.

Питание грунтовых вод осуществляется также за счет оросительных вод Алейской оросительной системы. Областью разгрузки грунтового потока является долина реки Алей.

По химическому составу грунтовые воды преимущественно сульфатные, сульфатно-хлоридные натриевые с минерализацией до 1-3 г/л.

На Приобском плато минерализация подземных вод и химический состав весьма разнообразны. Подземные вода ниже грунтового водоносного горизонта, как правило, имеют минерализацию выше 1 г/л. Например, на юге Приобского плато (южнее линии Завьялово-Мамонтово-Алейск) минерализация 1-3 г/л. В северной половине Приобского плато среди слабоминерализованных вод встречаются и пресные. Минерализация и химический состав напорных водоносных горизонтов определяются, в основном водопроницаемостью пород и литолого-фациальными особенностями стратиграфических подразделений [148].

Для грунтовых вод характерна следующая закономерность. Воды с минерализацией до 1 г/л приурочены преимущественно к водоразделам и верхним частям их склонов. Минерализация нарастает вниз по потоку и в долинах древнего стока она достигает 2 г/л. В связи с тем, что долинный комплекс отложений представлен преимущественно аллювиальными песками и супесями, т.е. породами с незначительным содержанием солей, минерализация грунтовых вод здесь увеличивается незначительно. Только вблизи соленых озер (Горькое, Б. Островное и др.), где уровни грунтовых вод залегают выше 3 м, минерализация возрастает до 3-5 г/л вследствие внутригрунтового испарения.

Для оценки качества оросительной воды отбор проб осуществляли из магистрального канала по мере поступления воды в хозяйство. Оросительные

воды, используемые в хозяйствах Алейской оросительной системы, по анионному составу преимущественно гидрокарбонатные и гидрокарбонатно-сульфатные. Изменения в анионно-катионном составе оросительных вод, по-видимому, обусловлено особенностями солевого состава грунтов слагающих дно и откосы магистрального канала.

Оросительные воды характеризуются нейтральной и слабощелочной реакцией среды (рН 7,0-7,5), минерализация их несколько повышается по мере удаления магистрального канала от водозабора к концевой части (0,33-0,42 г/л) характеризуя воды как пресные. Основными показателями качества оросительных вод является количество растворенных солей и их состав, главные показатели по количеству магния, ионов кальция и натрия. Анализ результатов лабораторных определений показал, что по общей минерализации (0,33-0,42 л/г) возможности развития процессов элювиирования (изменения водопроницаемости) – нет, используемые для орошения воды хорошего качества [156; 185].

Коэффициент ионного обмена варьирует в пределах 0,52-0,65, характеризуя оросительные воды как пригодные для орошения [6]. Более детальная характеристика воды, определяемая ирригационным коэффициентом Стеблера при соотношении $rNa > rCl + rSO_4$ и $Ka = 18,9-43,0$, характеризует поливные воды как хорошие. Показатель натриево-адсорбиционного отношения (SAR), указывающий на приблизительное равновесие обменного натрия в почве и содержание его в воде не превышает допустимых значений ($SAR=2,78-3,73$).

В результате взаимодействия поливных вод и почв может происходить процесс осаждения карбонатов, что наблюдается при резком подщелачивании почвенного раствора, за счет щелочных поливных вод. Осаждение кальция приводит к увеличению содержания натрия и соответственно возрастанию SAR^* уточненного. Согласно SAR^* уточненное (4,73-6,71) оросительные воды хорошего качества, вероятность засоления и осолонцевания почв при орошении мала [41; 42]. По степени опасности развития процессов

хлоридного засоления (0,3-0,59 мг-экв/л), натриевого (0,25-0,42 мг-экв/л) и магниевого (0,33-0,5 мг-экв/л) осолонцевания, анализируемые воды относятся к I классу. Класс I – оросительная вода не оказывает неблагоприятного влияния на плодородие почв, качество сельскохозяйственной продукции и урожайность остается неизменной [15].

Таким образом, используемые для поливов воды р. Алей преимущественно гидрокарбонатные и гидрокарбонатно-сульфатные натриевые и натриево-кальциевые, пресные; в соответствии с агрономическими, техническими и экологическими условиями вполне пригодны для орошения.

2.7 Геохимические условия и почвы опытного участка

Почвообразующие породы Алейской оросительной системы представлены суглинками тяжелыми, средними и легкими. Количество частиц менее 0,01 мм составляет 30-50%. Суглинки, как правило, носят лессовидный характер.

В процессе эволюции почвенного покрова и формирования террас р. Алей, почвы постепенно выходили из-под воздействия разливов реки и грунтовых вод. В результате постепенного усыхания поймы активизировался процесс накопления солей. Этот процесс и положил начало значительным солевым скоплениям и выщелачиванию верхней толщи почвогрунта. В условиях континентального климата формировались малогумусные черноземы [2].

На территории АОС встречаются различные в генетическом отношении почвы – от черноземов южных до каштановых. Черноземы южные формировались в условиях типчаково-ковыльных степей. Они характерны для засушливой Алейской степи, которая слабо расчленена, большей частью, постоянными водотоками. Содержание гумуса в верхнем горизонте южных черноземов колеблется от 3 до 5%, уменьшаясь с глубиной.

При почвенном обследовании «Алтайводпроект» в 1948 г. основной почвенной разностью был признан южный бедный чернозем пылевато-комковатой структуры с редкими пятнами солонцов (не более 5% от площади).

С постройкой оросительной системы водный режим почвогрунтов изменился, активизировался процесс засоления. При почвенном обследовании, проведенном в 1986 г., в качестве основных разновидностей орошаемого массива выделены южные бедные слабо и среднесолонцеватые черноземы. В сравнении с данными обследований 1948 г., в 1986 г. уже обращалось внимание на усиление процессов вторичного засоления орошаемых почв.

Результаты обследований в 1986 году на территории свеклосовхоза «Рубцовский» по сравнению с результатами съемки 1948 г. свидетельствуют о явном увеличении степени засоления и солончаковатой комплексности, с затушевыванием признаков солонцеватости [133].

Почвы, на которых проведены наши исследования, по результатам анализа процессов олуговения и засоления, характеризуются как лугово-черноземные вторичные, сформированные в результате олуговения черноземов южных. Они залегают в условиях ухудшения естественного дренажа. По мощности гумусового горизонта 0,55-0,56 м – среднемощные, по содержанию гумуса слабо- и малогумусированные (2,5-2,9%). Грунтовые воды залегают на глубине 3,5-5,0 м. Запасы токсичных солей в метровом слое составляют 5,2-11,2 т/га. В таблице 8 представлено морфологическое описание почвы опытного участка.

Из приведенного описания следует, что в результате длительного орошения на участках исследования создается более мощный почвенный профиль, гумусовый горизонт растянут по глубине, верхний горизонт теряет темную окраску, более плотный.

Таблица 8 – Морфологическое описание почвы опытного участка

Горизонт, глубина	Характеристика
1	2
А пах (0-26 см)	Темно-серый, комковато-глыбистый, уплотненный, среднесуглинистого гранулометрического состава, очень много корней и растительных остатков. Переход постепенный.
АВ (26-54 см)	Темно-бурый, комковатый, среднесуглинистый, очень плотный, встречается много корней. Переход постепенный.
ВС (54-76 см)	Бурый, комковатый, среднесуглинистый, плотный, вскипание от НС1 с 60 см. Переход постепенный.
С (76-120 см)	Палевый, тяжелый суглинок, комковато-призматический, карбонаты в виде белоглазки.
Почва:	Лугово-черноземная среднемошная среднегумусная среднесуглинистая

Глубина вскипания от соляной кислоты опускается до 60 см, на черноземно-луговых почвах вследствие вымывания карбонатов при многолетнем орошении. При этом отмечает повышение увлажнения верхних слоев почв. Данные морфологического описания подтверждаются анализами почв по гранулометрическому составу (табл. 9).

Таблица 9 – Гранулометрический состав почв, 2014 г.

Горизонт, см.	Лугово-черноземная почва, размер частиц, мм						
	1-0,25	0,25-	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-	< 0,001	< 0,01
0-26	0,8	40,6	27,8	5,5	9,1	16,2	30,8
26-54	0,8	36,7	27,3	6,4	7,5	21,3	35,2
54-76	1,2	33,2	29,4	4,9	9,8	21,5	36,2
76-120	1,1	23,2	33,8	5,2	12,1	24,6	41,8

Как видно из приведенных данных, почвенный покров опытного участка характеризуется среднесуглинистым гранулометрическим составом, с преобладанием мелкого песка и крупнопылеватой фракции. Удельный вес илистой фракции изменяется от 12 до 28% в зависимости от почвенных условий и длительности орошения. На лугово-черноземной почве процентное

содержание илистой фракции по глубине почвенного профиля заметно возрастало от 16,2% в горизонте 0,26 см до 24,6% (горизонт 76-120 см).

Особенно четко прослеживалось изменение содержания ила в пахотном и подпахотном горизонтах. Разница при этом составила 5,1%, такое распределение характеризуется вымыванием илистой фракции при многолетнем орошении в подпахотный горизонт.

Все это свидетельствует о том, что наблюдается тенденция некоторого утяжеления гранулометрического состава почв по глубине профиля. Известно, что гранулометрический состав является наиболее устойчивым показателем по сравнению с другими почвенными показателями, которые заметно изменяются.

Участок почвы, на котором проходит опыт, имеют среду, близкую к нейтральной и практически не обеспечены подвижными формами фосфора и аммиачного азота (табл. 10).

Таблица 10 – Основные водно-физические и агрохимические свойства почв, (на начало исследований, 2016 г.)

Показатель	Горизонт, см.				
	0-20	20-30	30-40	40-50	50-60
Плотность сложения, г/см ³	1,27	1,28	1,31	1,33	1,45
Плотность твердой фазы, г/см ³	2,63	2,64	2,65	2,67	2,69
Максимальная гигроскопичность, %	7,1	8,8	13,5	14,6	17,5
Наименьшая влагоемкость (НВ), % от массы сухой почвы	24,0	23,9	23,1	21,8	20,2
Гумус, %	3,4	3,1	2,0	1,5	0,8
Общий азот, %	0,15	0,14	0,12	0,14	0,13
Подвижный фосфор, г/кг	15,9	15,07	12,0	1,0	2,1
Обменный калий, мг/кг	77,0	75,0	8,0	4,7	2,2
pH _{H2O}	7,2	7,0	6,5	6,0	6,5
Гидролитическая кислотность, мг-экв/100 г.	2,8	2,9	3,1	3,3	2,9
Коэффициент фильтрации, м/сут.	2,8	2,6	0,42	0,30	0,013

Анализируя представленные в таблице 10 результаты по основным водно-физическим и агрохимическим свойствам, можно сделать вывод, что лугово-черноземные почвы опытного участка относятся к вполне окультуренным.

2.8 Агротехника возделывания сои и используемый семенной материал

Для оптимального развития и жизнедеятельности сое требуется довольно плодородные почвы, которые быстрее прогреваются весной, имеют оптимальный воздушный режим, высокую водоудерживающую способность и реакцию почвенного раствора, близкую к нейтральной (рН - 6,5 - 7,5). Правильное размещение сои в севооборот позволяет улучшить баланс азота почвы и повысить продуктивность, даже без дополнительных материальных затрат.

С учетом высокой рентабельности можно размещать сою по паровым полям, но не забывать, что на них она из-за избытка азота может затягивать вегетацию. В южной лесостепи Омской области наибольшая урожайность зерна сои в производстве достигается при посеве по пару – до 2,0-2,5 т/га, размещение по непаровым фонам снижает урожайность на 0,2500,30 т/га и более [3, 26, 112].

Хорошими предшественниками под культуру могут быть озимые, кукуруза, однолетние травы, вторая пшеница после пара. По этим предшественникам при высокой культуре земледелия возможно выращивание сои без применения почвенных гербицидов. Удовлетворительные и плохие предшественники под сою – горох, просо, гречиха, овес, твердая пшеница.

В наших исследованиях был разработан и осуществлен следующий севооборот:

– в 2016 году предшественником сои была кукуруза на зерно;

– в 2017 сою на зерно высевали по сое с использованием удобрения-инокулянта (ризоторфин);

– в 2018 году соя на зерно + удобрения-инокулянт (ризоторфин) после сои.

Основная обработка почвы должна способствовать наибольшему накоплению и сохранению влаги, уничтожению сорняков, созданию оптимальных агрофизических условий для развития растений и полезной почвенной микрофлоры. На полях, отводимых под посев сои, солома кукурузы при уборке измельчалась в мульчу.

Первая обработка производилась после уборки предшественника с помощью дисковой бороны ЛГД-10, агрегируемой с трактором ХТЗ Т-150 методом лущения для заделки пожнивных остатков. После этого в условиях нашего севооборота по всем годам исследования была произведена безотвальная обработка на глубину 12-14 см плоскорезом ПЛН-5-35, агрегируемым с трактором ХТЗ Т-150.

Обработка почвы весной для получения дружных всходов, способствующих равномерному созреванию растений и снижению потерь урожая при уборке, была проведена в предпосевной период. Поверхность поля была тщательно выровнена и очищена от сорняков с применением культиватора КТС-7,2 с последующим боронованием бороной БЗГ-18 поперек основной обработки на глубину до 5-6 см с последующим прикатыванием орудием КВГ-10.

Если выравнивать почву и прикатывать ее, то влага в верхнем слое почвы будет дольше сохраняться. Если почва влажная, то прикатывание следует проводить после ее подсыхания.

Сою относят к культурам раннего срока посева. Оптимальная температура почвы 8-12°C. А.М. Асанова опытным путем установила, что для вызревания семян в условиях южной лесостепи Западной Сибири наилучший срок посева сои с 10-25 мая [10]. Высокая урожайность зерна сои

формируется при посеве 20-21 мая (1,98 т/га - сорт СибНИИК – 315, 1,68 т/га – СибНИИСХоз – 6).

Созревание зерна при посеве в оптимальные сроки завершается у СибНИИК – 315 в первой декаде сентября, у СибНИИСХоз – 6 – в конце августа при содержании белка в зерне до 39-40% и жира – до 19-20%. Посев сои после 25 мая, особенно более позднеспелых сортов, снижает урожайность зерна и не обеспечивает получение кондиционных по всхожести семян.

Основываясь на рекомендациях СибНИИСХоз и учитывая температурный режим по всем годам исследования, посевная кампания проводилась в интервале с 15 по 25 мая.

Посевная норма зависит от сорта сои, качества семян, условий и способов посева. В более изреженных посевах (0,4-0,6 млн. всхожих зерен на гектар) затягивается вегетация до 4-х суток и снижается урожайность культуры на 0,27-0,33 т/га (14-17%).

Излишнее загущение посевов (более 1,0 - 1,2 млн. всхожих зерен на гектар) во влажные годы способствует полеганию стеблестоя. Нами была выбрана наиболее оптимальная норма высева сои, рекомендуемая для степной зоны, которая составляет около 0,8 млн. всхожих зерен на гектар. Посев проведен нами рядковым способом с междурядье в 15см с нормой высева 800 тыс. всхожих семян на гектар сеялкой Elvorte Astra 6 + Трактор Т-150. При увеличении ширины междурядий до 45-60 см., происходит уменьшение урожайности зерна с 1,92 до 1,72-1,88т/га. Широкорядные посевы сои быстрее засоряются и требуют обязательного применения почвенных гербицидов и дополнительных агротехнических приёмов.

Оптимальная глубина заделки семян сои не должна превышать 5-6 см. Это связано с выносом семядолей на поверхность почвы. Наибольшее сохранение влаги в верхнем слое почвы достигается при поточной технологии посева с внесением почвенных гербицидов, удобрений и послепосевного прикатывания.

Уход за посевами. Развитие сои в начале вегетации культуры медленное и создает все необходимые условия для сорняков. Для уменьшения засоренности посевов мы применяли довсходовое боронование легкими боронами ЗБП-0,6 через 3 суток после посева, этим мы разрушаем почвенную корку, избавляемся от нитей сорняков.

Химическая защита посевов от сорняков. В комплексе мер по борьбе с сорной растительностью, наряду с агротехническими приёмами, широко применяются химические препараты, которых на посевах сои разрешено более 40 наименований. По времени внесения и типу воздействия на сорную растительность, гербициды подразделяются на почвенные, вегетационные и универсальные.

Нами был использован комбинированный гербицид Фабиан, ВДГ нормой внесения 0,1 кг/га, который эффективен против мятликовых и двудольных видов. Обработка проводилась на ранних фазах развития сорняков независимо от того, в которой фазе находилась данная культура.

Уборку проводили прямым однофазным комбайнированием комбайном Полесье 12GS (Гомельсельмаш), когда соя находилась в фазе полной спелости, листья опали, а бобы имели ярко-бурую окраску. Семена были твердые, влажность 14-16%. Уборку проводили с 15 по 20 сентября.

Послеуборочная обработка и хранение. Очистка семян сои проводилась сразу после обмолота на зерноочистительной машине ЗАВ-40.

Удобрения. Для создания большой вегетативной массы и формирования семян с высоким содержанием жиров и белков до 60%, сое необходимо повышенное минеральное питание. Для формирования 1т семян расходуется до 80-90 кг азота, 15-25 кг фосфора и 55-70 кг калия. Прежде всего, требуется внесение азота, так как большинство почв при постоянном выносе и отчуждении питательных веществ не в состоянии полностью обеспечить растения сои этим жизненно важным питательным элементом, в том числе необходимым и для нормального функционирования азотфиксирующих бактерий [30, 33, 81].

Из воздуха соя может усвоить около 60-70% необходимого ей азота за счёт деятельности клубеньковых бактерий. После она оставляет в поле 20-40 кг/га азота. Возделывание сои в полевых севооборотах с применением бактериальных удобрений способствует более экономному расходованию почвенного азота, обогащению этим элементом почвы за счёт азотфиксирующей способности, что приводит к снижению затрат на использование азотных удобрений и повышению продуктивности пашни [159, 166].

В нашем опыте был выбран метод инокуляции семян бактериальным удобрением «Ризоторфин». Это высококонцентрированный инокулянт, применяемый под многими видами бобовых культур (соей, нутом, горохом, люпином, чечевицей; люцерной, козлятником, клевером, донником) в жидких формах.

Преимущества инокулянта:

- повышенная нодуляция корневой системы бобовой культуры;
- высокоэффективное, отселектированное, научно-обоснованное применение штаммов клубеньковых бактерий родов: *Bradyrhizobium*, *Rhizobium*, *Sinorhizobium*, *Mesorhizobium*;
- возможность обработки инокулянтом семян за 30 дней до сева (при совместном применении с Биостабилизатором);
- совместим с рядом химических средств для защиты растений;
- отличается повышенной способностью инокуляции в стрессовых условиях;
- совместимость инокулянта с протравителями.

Механизм действия инокулянта Ризоторфин[®]: В результате применения инокулянта для бобовых на корнях растения образуются клубеньки. Они фиксируют молекулярный азот из воздуха и переводят его в доступную для растений форму.

Благодаря этому уникальному процессу, растение получает из воздуха необходимое количество азота для роста и развития и «пролонгировано» на протяжении всего периода вегетации.

Использование данного процесса уменьшает/снижает количество внесения в почву минерального азота. При этом не снижается урожайность, ведь растению достаточно этих элементов питания. В таблице 11 приведены сведения об эффективности применения инокулянта Ризоторфин®:

Таблица 11 – Эффект от применения инокулянта Ризоторфин (инструкция к применению)

Культура	Прибавки урожая, %	Дополнительное накопление белка, кг/га	Аккумуляция азота в почве, кг/га
Соя	20-30	200-225	40-60
Нут	20-30	120-140	30-40
Горох	15-20	100-120	25-35
Люпин	20-30	150-170	50-60
Чечевица	15-25	100-120	30-40
Фасоль	15-25	90-100	30-40
Бобы	20-30	120-140	30-40
Люцерна	50-60	440-460	70-80
Козлятник	40-60	600-620	110-150
Чина	15-25	80-100	35-45
Вика	30-40	150-170	50-60
Клевер	40-50	240-260	80
Эспарцет	30-40	260-280	80
Лядвенец	20-30	200-220	80

Способ применения инокулянта: Предпосевная обработка семян любым удобным способом позволяет равномерно нанести препарат на поверхность семян из расчета 3 литра удобрения на 1 тонну семян.

Для проведения опыта нами был сформирован перечень сортов Омской селекции, т.к. у хозяйствующего субъекта ранее был опыт работы с данными сортами [176]. Предпочтение было отдано сорту «Золотистая».

Данный сорт является скороспелым с повышенным потенциалом продуктивности и высоким расположением нижних бобов. Сорт включен в Госреестр РФ с 2013 г. и допущен к использованию в 9, 10 и 11 регионах РФ. Авторами сорта являются А.М. Асанов, Л.В. Омелянюк, А.Ю. Кармазина, Г.Я. Козлова, Л.В. Мешкова, Н.Л. Москалец, П.В. Поползухин [10; 87].

Полное морфологическое описание сорта дано в разделе Объекты исследования.

Расчет нормы высева семян осуществляется по формулам:

$$Нв=ГхМ/П;$$

$$П=СхЧ/100$$

где Нв – норма высева семян, кг/га;

Г – густота стояния растений, млн.шт./га

М – масса 1000 семян, г.

П – посевная годность семян, %;

С – всхожесть семян, %;

Ч – чистота семян, %.

Исходя из вышесказанного, нами был получен результат в 750-800 тыс. семян на 1 гектар пашни.

Учитывая почвенно-климатические условия Приалейской степи Алтайского края и биологические особенности сои, нами сделан вывод о необходимости проведения искусственного полива и разработки оптимального режима орошения с использованием бактериальных удобрений для получения более высоких и главных стабильных урожаев в засушливой зоне Алтайского края, а именно Приалейской степи в пределах Алейской оросительной системы.

ГЛАВА 3. РЕЖИМЫ ОРОШЕНИЯ И ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ СОИ

3.1 Подходы для расчета оптимального режима орошения сои

В годы исследований (2016-2018 гг.) нами изучался режим орошения сои на зерно с учетом предполивной влажности почвы, доз внесения удобрений, а так же особенностей почвенного покрова. Как известно, соя влаголюбивая культура и для нормального роста и развития нуждается в больших запасах влаги. Ее транспирационный коэффициент изменяется в пределах 600-700 [66]. При выращивании сои наиболее благоприятно биологические процессы происходят при влажности почвы на уровне не ниже 60% НВ [4, 34, 105].

Поддержанием на протяжении вегетационного периода такой влажности почвы удовлетворяется потребность сои в воде, и это способствует наибольшему накоплению растениями надземной массы. При этом особенно важно обеспечить растения влагой в критические периоды, когда растения наиболее чувствительны к подсушиванию почвы. Такие периоды для сои наступают во время возобновления вегетации и в начале фазы бутонизация – цветение.

Для расчета режима орошения приходится учитывать большое количество факторов. Главными из них являются метеорологические условия года – температура воздуха, количество осадков, дефицит влажности воздуха, интенсивность солнечной радиации, сила и направление ветра и др; показатели плодородия почвы – содержание питательных элементов, водно-физические и физико-химические свойства; глубина залегания грунтовых вод и другие показатели [29, 52, 180].

Главными элементами режима орошения являются оросительные и поливные нормы, число и сроки поливов.

В наших исследованиях было принято 3 уровня предполивной влажности почвы – 60%, 70% и 80% наименьшей влагоемкости (НВ).

Уровень задан для поддержания предполивной влажности почвы для сои в слое 0,50 м., так как в нем располагается основная масса корней.

Метеорологические условия каждого конкретного года существенно отличаются в различные годы. В результате суммарные расход влаги в результате испарения с поверхности почвы различаются. Расчет режима орошения был проведен на основании среднедекадных многолетних данных метеорологических условий объекта исследования.

Нами был определен среднемноголетний дефицит водного баланса, который поможет нам более детально сравнить изменения в режимах орошения по годам исследования. Расчет оросительных норм проводили по методике, разработанной А.Н. Костяковым [93].

Оросительная норма – количество воды, подаваемое на 1 га площади, занятой культурой, за весь вегетационный период. Измеряется в м³/га или мм. Рассчитывается из условий обеспечения культуры влагой с учетом биологических, природных условий по формуле А. Н. Костякова:

$$M_{op} = K_v \times Y - 10 \times A \times K - (W_n - W_k), \text{ м}^3/\text{га}, \text{ где}$$

M_{op} – оросительная норма, м³/га;

K_v – коэффициент водопотребления культуры, м³/т;

Y – планируемая урожайность, т/га;

A – осадки за вегетационный период, мм.;

K – коэффициент использования осадков;

$W_n W_k$ – начальные и конечные запасы влаги в почве, м³/га.

Самый изменчивый показатель в этой формуле – величина коэффициента водопотребления. Значение данного показателя изменяется от различных факторов: урожайности с/х культур, условий влагообеспеченности, плодородия, густоты посадки, агротехники и технологии возделывания, способов полива и др. При расчете оросительной нормы мы приняли значение коэффициента водопотребления 1800 м³/т. Данная величина принята на основании данных, изложенных в научных

работ других авторов для почвенно-климатических регионов, схожих с условиями Приалейской степи [48]. Данных по коэффициенту водопотребления для нашего региона на момент начала исследований у нас не было.

По среднесуточным значениям нами были получены оросительные нормы, которые представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Расчетные оросительные нормы сои на зерно

Урожайность, т/га при различных уровнях предполивной влажности			M _{ор} , м ³ /га при различных уровнях предполивной влажности		
60% НВ	70% НВ	80% НВ	60% НВ	70% НВ	80% НВ
2,0	2,5	3,0	1900	2700	3700

На оросительную норму влияют: уровень предполивной влажности в почве и планируемая урожайность. Максимальная оросительная норма получена на варианте с уровнем предполивной влажности почвы 80% НВ и составила 3700 м³/га.

Поливные нормы определяли по формуле А.Н. Костякова:

$$m = 100 * H * \alpha (\beta_{нв} - \beta_{пп}),$$

где: m – поливная норма, м³/га;

H – мощность расчетного слоя почвы, м;

α – плотность сложения почвы в слое H, т/м³;

$\beta_{нв}$ – наименьшая влагоемкость, % от массы сухой почвы;

$\beta_{пп}$ – влажность почвы перед поливом, % от наименьшей влагоемкости.

Расчетные поливные нормы при различных порогах предполивной влажности для лугово-черноземной почвы представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Расчетные поливные нормы сои на зерно

Слой почвы, м.	Предполивная влажность почвы, %НВ		
	60	70	80
	поливная норма (m), м ³ /га		
0,3	350	300	200
0,4	450	350	250
0,5	500	400	300

Поливная норма зависит от уровня предполивной влажности почвы и мощности активного слоя почвы. Максимальная поливная норма получена на варианте с уровнем предполивной влажности почвы 60% НВ для промачивания слоя почвы 0,5 м. и составила 500 м³/га. Минимальная поливная норма получена на варианте с уровнем предполивной влажности почвы 80% НВ для промачивания слоя почвы 0,3 м и составила 200 м³/га.

Даты поливов нами были определены по методике СевНИИГиМ по следующей формуле:

$$T_{1,2,3} = (B + m + A_p + (27,5 - t_{cp})) / 5$$

где: $T_{1,2,3}$ – межполивной интервал или продолжительность расходования влаги в зависимости от среднесуточных температур воздуха, сутки;

B – продуктивные запасы влаги в активном слое почвы в начале вегетации, мм;

m – поливная норма, рассчитанная для расчетного периода, мм;

A_p – осадки за расчетный период, мм;

t_{cp} – средняя температура воздуха за расчетный период, °С.

В зависимости от уровня предполивной влажности и поливных норм количество поливов по среднемноголетним значениям составило от 6 (вариант 60% НВ) до 10 (вариант 80% НВ). Расчетный режим орошения представлен в таблице 14.

Таблица 14 – Режим орошения сои по среднеголетним данным за период с 1988 по 2015 гг.

Вариант	Режим орошения			Оросительная норма ($M_{ор.}$), $m^3/га$
	№ полива	дата полива	поливная норма (m), $m^3/га$	
60% НВ	1	25.05	350	2300
	2	14.06	450	
	3	29.06	500	
	4	19.07	500	
	5	08.08	500	
	6	24.08	Полив не проводить	
70% НВ	1	25.05	350	2650
	2	06.06	350	
	3	19.06	350	
	4	05.07	400	
	5	19.07	400	
	6	04.08	400	
	7	11.08	400	
	8	21.08	Полив не проводить	
80% НВ	1	23.05	250	2750
	2	02.06	300	
	3	13.06	300	
	4	24.06	300	
	5	04.07	300	
	6	15.07	300	
	7	26.07	300	
	8	06.08	300	
	9	17.08	300	
	10	18.09	Полив не проводить	

Оросительные нормы увеличивались от 2300 $m^3/га$ (вариант с предполивной влажностью 60% НВ) до 2750 $m^3/га$ (вариант с предполивной влажностью 80% НВ)

3.2 Режим орошения сои по годам исследования

Орошение как агротехнический приём, улучшает микроклимат почвы, территории, усиливает поглотительную способность корневой системы растений и фотосинтез. В этом случае расчётный слой почвы является одним из основных показателей при обосновании режима орошения. Как известно, он зависит от орошаемой культуры, фазы её развития, глубины распространения корневой системы, а также от литологического строения толщи аэрации [12, 67, 69, 141, 165].

Развитие корневой системы сельскохозяйственных культур и распределение её по горизонтам почвы на орошаемых землях изучали многие исследователи. В настоящее время для сои на зерно принято считать активным, а при расчёте поливной нормы – расчётным слой 0-50 см, так как в этом слое сосредоточена основная масса её корневой системы (до 90 %) [12].

При проведении исследований по разработке режима орошения для сои главным является поддержание заданного уровня предполивной влажности в расчетном слое почвы 0,5 м в течение всего вегетационного периода. Уровень предполивной влажности не должен быть ниже оптимального предела, особенно в критические периоды развития культуры. Для того, чтобы выдержать заданный уровень предполивной влажности, регулярно проводили поливы и вели контроль за влажностью расчетного слоя почвы. На рисунках 11,13,15,17,19,21,23,25,27 представлена динамика влагозапасов в течение вегетационного периода сои за 2016-2018 годы, когда проведены наши исследования.

Существует несколько способов определения влажности почвы, но более точным и широко распространённым является термостатно-весовой. Глубина, до которой необходимо определять влажность почвы, зависит, в основном, от целей исследования. В наших исследованиях наблюдения за влажностью почвы проводились в активном (расчётном) слое почвы, который на посевах сои на зерно – 0,50 м.

Для определения влажности почвы термостатно-весовым методом образцы почвы отбирали через 0,10 м на глубину расчётного слоя почвы почвенным буром регулярно через 10 суток, а также до и через сутки после проведения поливов и выпадения осадков нормой более 10 мм. Запасы влаги были определены также в день посева и уборки в трёхкратной повторности, а затем высушивались до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре 105 °С.

Режимы орошения были разработаны для вариантов с уровнем предполивной влажности 60%, 70%, 80% НВ для 2016, 2017, 2018 годов.

Режим орошения сои в 2016 году.

В 2016 году посев сои был проведен 22 мая. Первый полив на всех вариантах с различными уровнями предполивной влажности осуществлен 03 июня. На варианте 60% НВ поливная норма составила 350 м³/га, на варианте 70% НВ – 300 м³/га и на варианте 80% НВ поливная норма составила 250 м³/га.

С момента окончания сева (22 мая) до проведения обмолота (07 сентября) на варианте с предполивной влажностью 60% НВ было проведено 7 поливов поливными нормами от 350 до 500 м³/га.

На варианте с предполивной влажностью 70% НВ было проведено 8 поливов нормами от 300 до 400 м³/га. На варианте с предполивной влажностью 80% НВ было проведено 10 поливов нормами от 250 до 300 м³/га. Поливные нормы дифференцировали в зависимости от фазы развития сои (табл. 15).

За период вегетации в 2016 году оросительная норма составила на варианте с предполивной влажностью 60% НВ – 2850 м³/га, на варианте с предполивной влажностью 70% НВ – 2900 м³/га и на варианте с предполивной влажностью 80% НВ – 2950 м³/га.

Таблица 15 – Режим орошения сои за вегетационный период 2016 г.

Вариант	Сроки посева/уборки	Режим орошения сои по фазам роста						Общее количество поливов	
		посев – цветение (A1)		цветение – начало плодообразования (A2)		начало плодообразования – созревание (A3)			
		дата полива	поливная норма (м), м ³ /Га	дата полива	поливная норма (м), м ³ /Га	дата полива	поливная норма (м), м ³ /Га		
60% НВ	22.05/ 07.09	03.06	350	02.07	400	27.07	450	7	
		14.06	350	16.07	400	09.08	500		
		23.06	400						
70% НВ			03.06	300	28.06	350	30.07	400	8
		13.06	350	10.07	350	10.08	400		
		20.06	350	20.07	400				
80% НВ			03.06	250	25.06	300	27.07	300	10
		11.06	300	02.07	300	05.08	300		
		18.06	300	11.07	300	12.08	300		
			19.07	300					

Нами было рассчитано, что 100% НВ влажности почвы равна 23,0% от массы сухой почвы, при 60% НВ – 13,8% от массы сухой почвы. Диапазон находился в интервале от 23,0% до 13,8%. На варианте 70% НВ диапазон находился в интервале от 23,0% до 16,1%. На варианте 80% НВ этот диапазон находился в интервале от 23,0% до 18,4%. Проследить динамику влажности можно на рисунках ниже (рис. 11, 13, 15).

На динамику влагозапасов в активном слое почвы 0,5 м кроме поливных норм определенное влияние оказывали атмосферные осадки (рисунки 12, 14, 16).

Но их значение в приходной статье было незначительным. На всех вариантах с орошением в 2016 году уровень влажности ниже оптимального значения не опускался. Совершенно противоположная динамика влагозапасов складывалась на варианте без орошения. Уже в конце июня уровень влажности был менее 60% НВ, а к моменту уборки он приблизился к уровню влажности завядания.

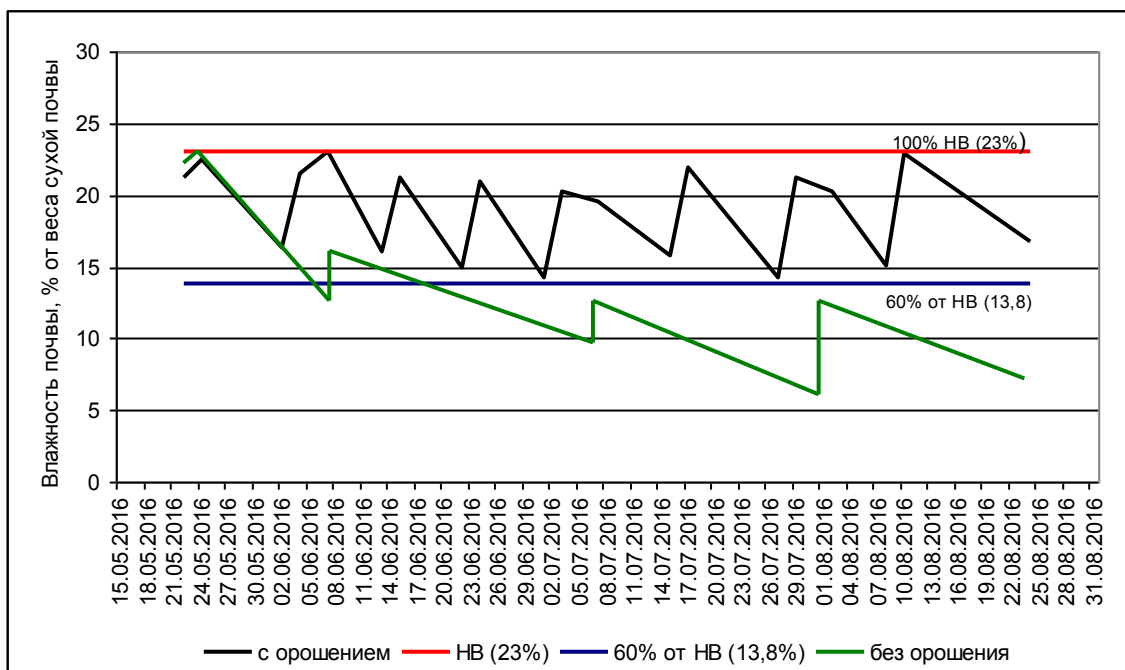


Рис. 11 – Динамика изменения влагозапасов в почве под соей (на зерно), % от массы сухой почвы (2016 год, вариант орошения с предполивной влажностью 60 % НВ)

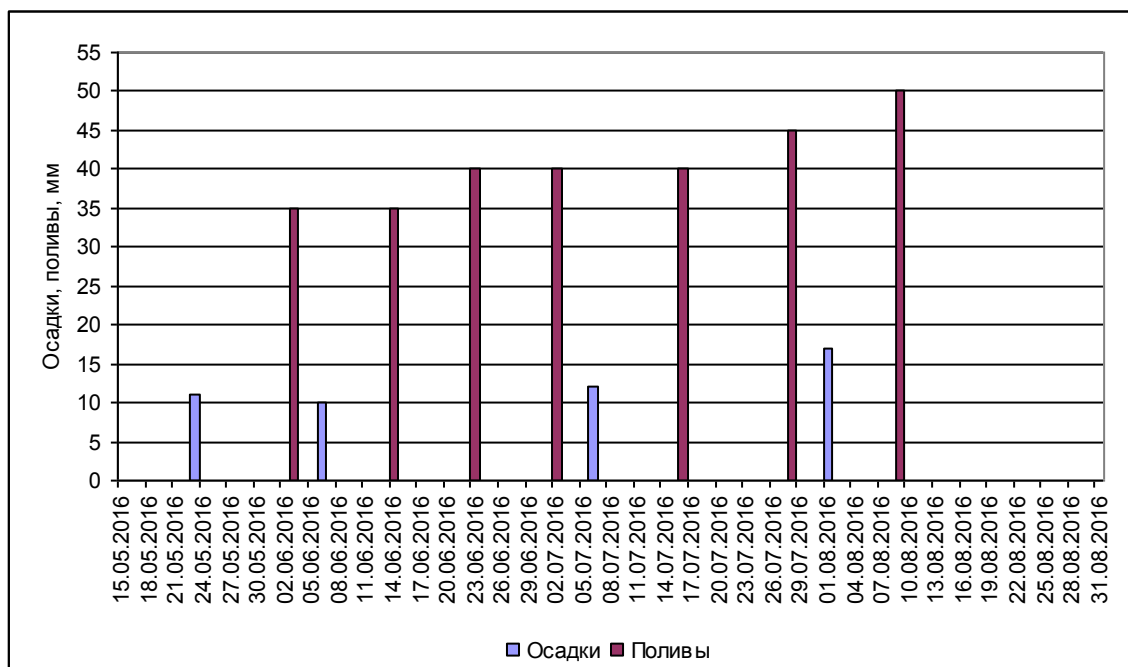


Рис. 12 – Количество поливов и осадков выше 10мм (2016 год, вариант 60% НВ)

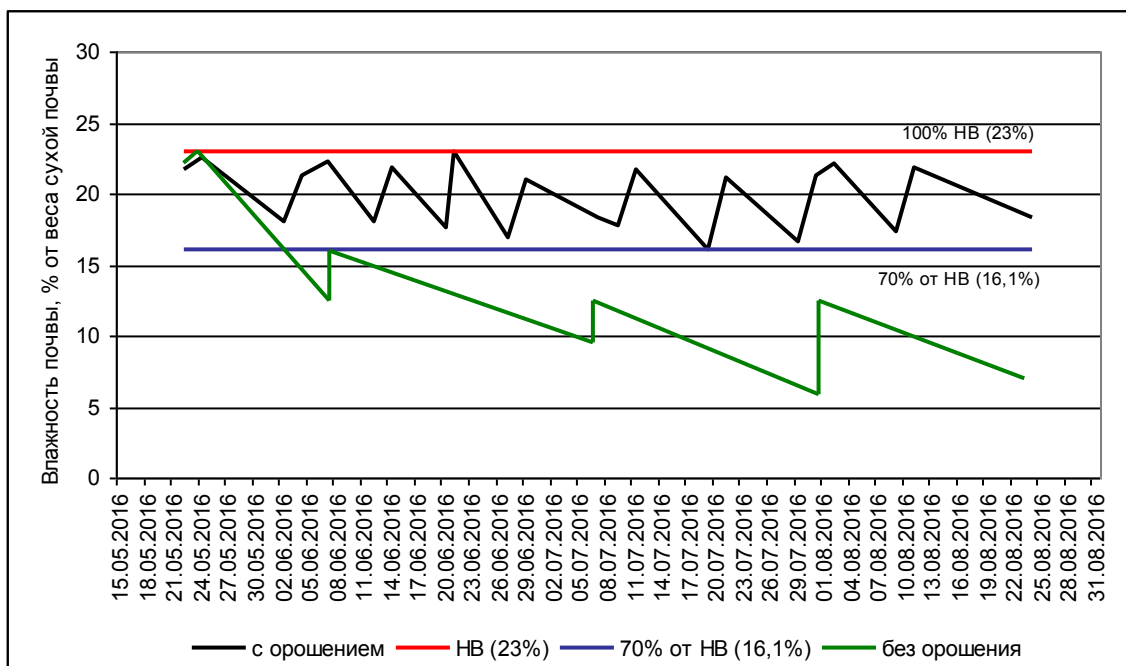


Рис. 13 – Динамика изменения влагозапасов в почве под соей (на зерно), % от массы сухой почвы (2016 год, вариант орошения с предполивной влажностью 70% НВ)

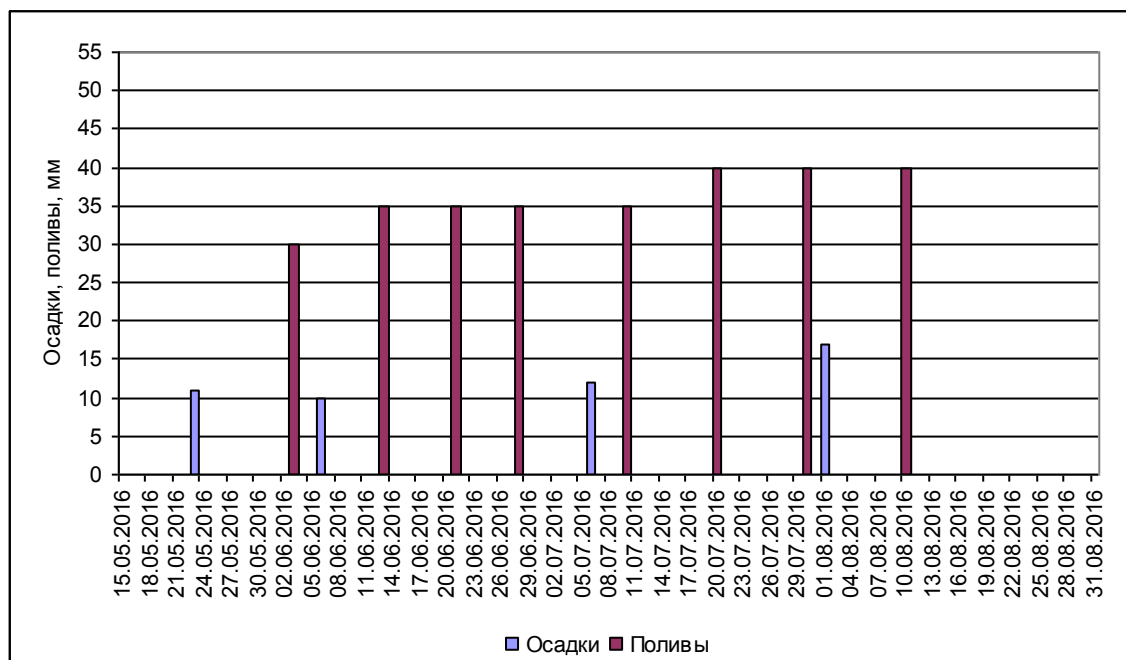


Рис. 14 – Количество поливов и осадков выше 10мм (2016 год, вариант 70% НВ)

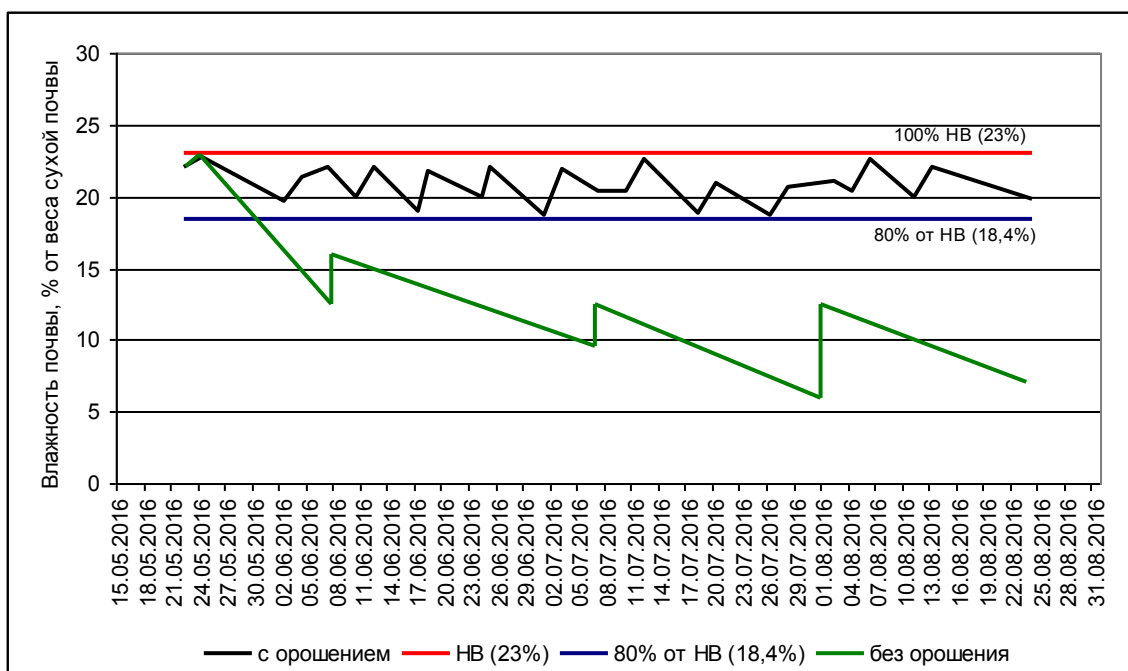


Рис. 15 – Динамика изменения влагозапасов в почве под соей (на зерно), % от массы сухой почвы (2016 год, вариант орошения с предполивной влажностью 80% НВ)

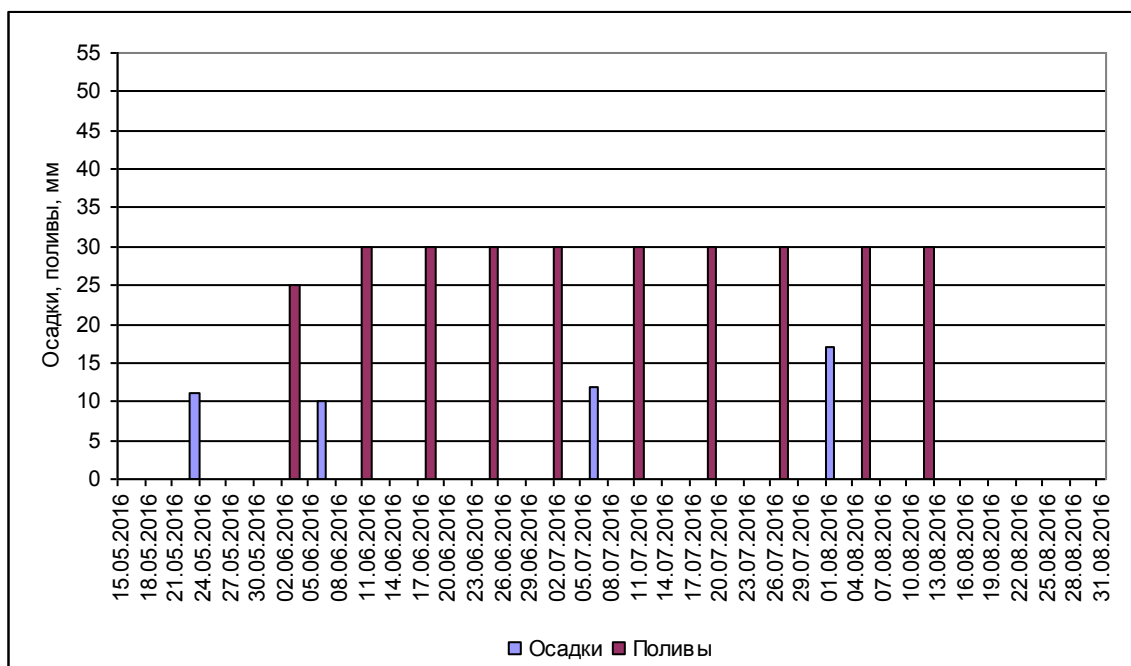


Рис. 16 – Количество поливов и осадков выше 10мм (2016 год, вариант 80% НВ)

Режим орошения сои в 2017 году.

В 2017 году посев сои был проведен 23 мая. Первый полив на всех вариантах с различными уровнями предполивной влажности осуществлен 08 июня. На варианте 60% НВ поливная норма составила 350 м³/га, на варианте 70% НВ – 300 м³/га и на варианте 80% НВ поливная норма составила 250 м³/га.

С момента окончания сева (23 мая) до проведения обмолота (11 сентября) на варианте с предполивной влажностью 60% НВ было проведено 5 поливов поливными нормами от 350 до 500 м³/га. На варианте с предполивной влажностью 70% НВ было проведено 6 поливов нормами от 300 до 400 м³/га. На варианте с предполивной влажностью 80% НВ было проведено 8 поливов нормами от 250 до 300 м³/га. Поливные нормы дифференцировали в зависимости от фазы развития сои (табл. 16).

За период вегетации в 2017 году оросительная норма составила: при варианте 60% НВ – 2100 м³/га, при 70% НВ – 2200 м³/га и при 80% НВ – 2350 м³/га.

Таблица 16 – Режим орошения сои за вегетационный период 2017 г.

Вариант	Сроки посева/ уборки	Режим орошения сои по фазам роста						Общее количество поливов
		посев – цветение (A1)		цветение – начало плодообразования (A2)		начало плодообразования – созревание (A3)		
		дата полива	поливная норма (м), м ³ /га	дата полива	поливная норма (м), м ³ /га	дата полива	поливная норма (м), м ³ /га	
60% НВ	23.05/ 11.09	08.06	350	26.06 08.07	400 400	25.07 08.08	450 500	5
70% НВ	23.05/ 11.09	08.06	300	23.06 04.07 16.07	350 350 400	29.07 09.08	400 400	6
80% НВ	23.05/ 11.09	08.06 18.06	250 300	26.06 04.07 12.07 22.07	300 300 300 300	01.08 10.08	300 300	8

Динамика влажности почвы на варианте с поддержанием уровня не ниже 60% НВ находилась в пределах от 100% НВ (23,0% от массы сухой почвы) до 60% НВ (13,8% от массы сухой почвы).

На варианте 70% НВ этот диапазон составил от 23,0% до 16,1%. На варианте 80% НВ этот диапазон находился в интервале от 23,0% до 18,4% (рисунки 17, 19, 21). На динамику изменения влажности в активном слое почвы 0,5 м кроме поливных норм определенное влияние оказывали атмосферные осадки (рисунки 18, 20, 22).

Но их значение в приходной статье было незначительным. На всех вариантах с орошением в 2017 году уровень влажности ниже оптимального значения не опускался. Совершенно противоположная динамика влагозапасов складывалась на варианте без орошения. Уже в конце июня уровень влажности был менее 60% НВ, а к моменту уборки он приблизился к уровню влажности завядания.

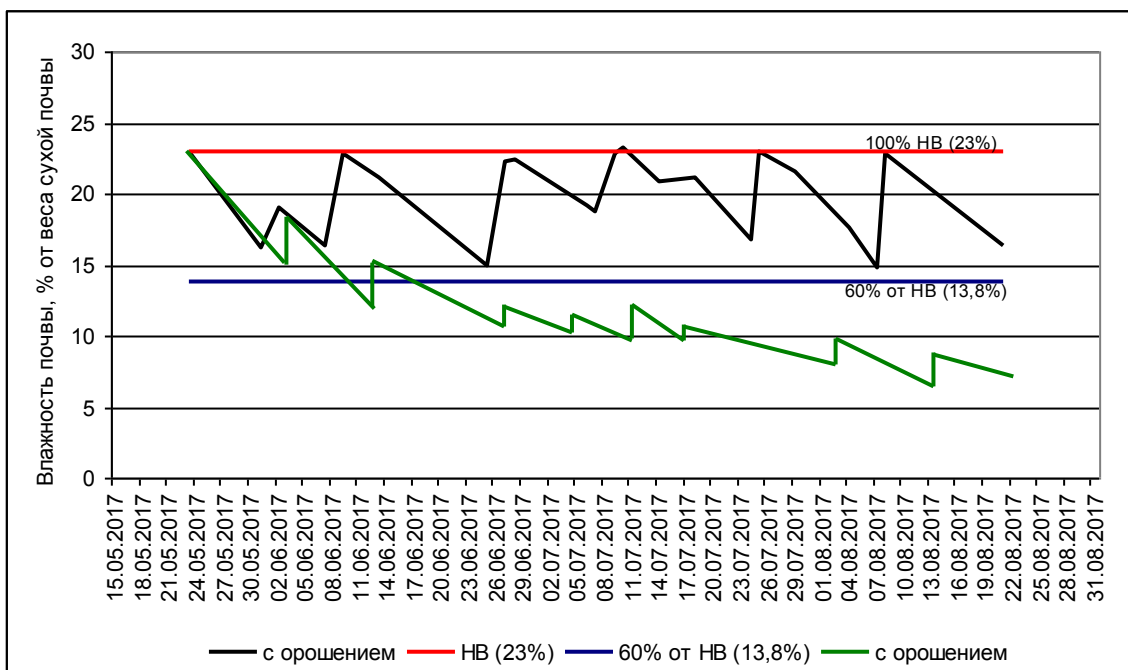


Рис. 17 – Динамика изменения влагозапасов в почве под соей (на зерно), % от массы сухой почвы (2017 год, вариант орошения с предполивной влажностью 60% HB)

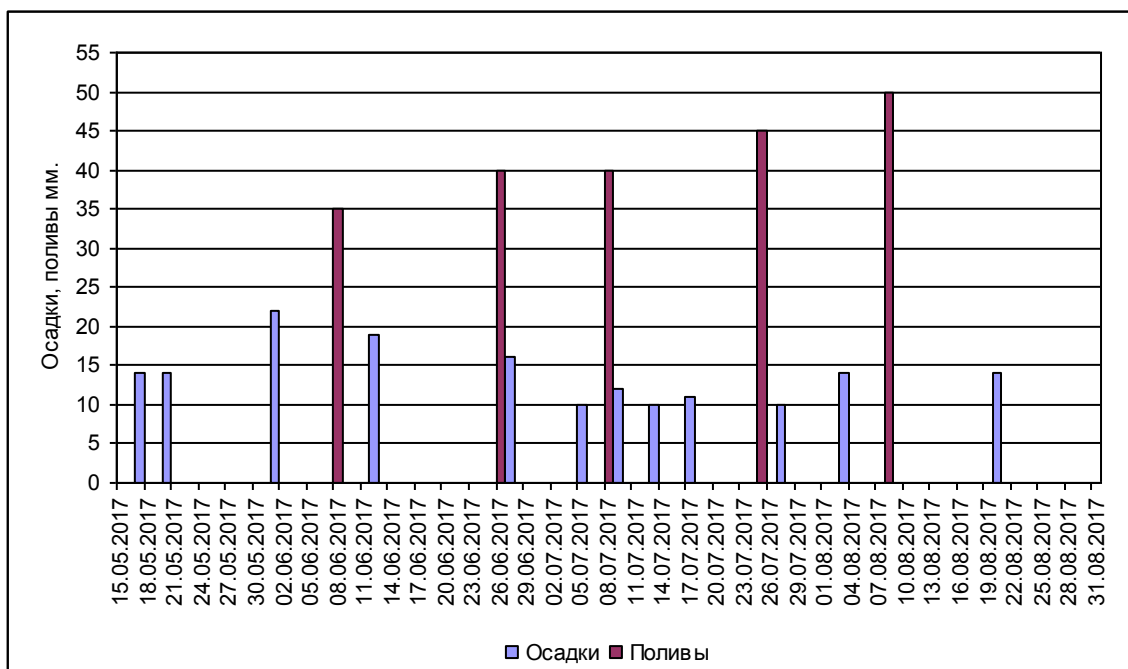


Рис. 18 – Количество поливов и осадков выше 10мм (2017 год, вариант 60% HB)

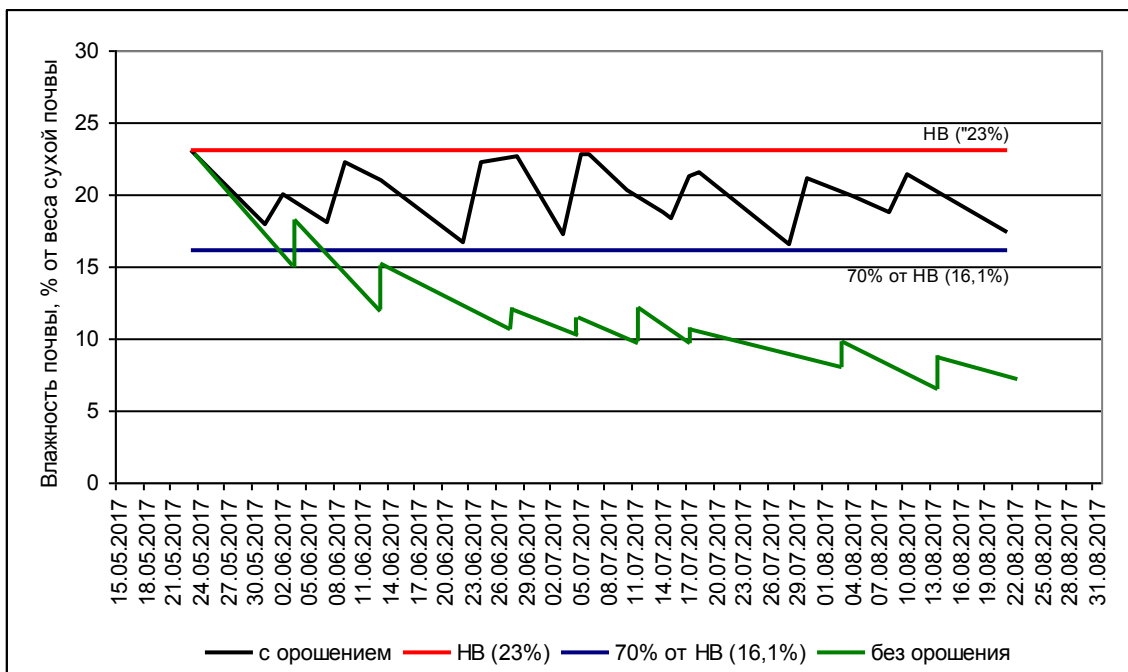


Рис. 19 – Динамика изменения влагозапасов в почве под соей (на зерно), % от массы сухой почвы (2017 год, вариант орошения с предполивной влажностью 70% НВ)

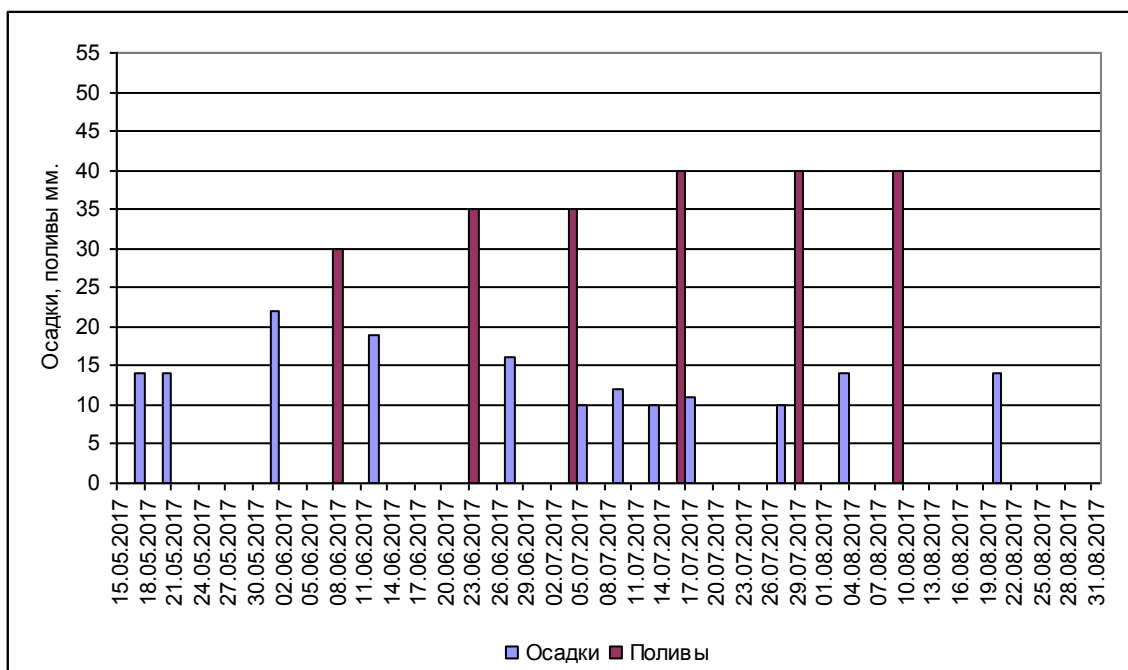


Рис. 20 – Количество поливов и осадков выше 10мм (2017 год, вариант 70% НВ)

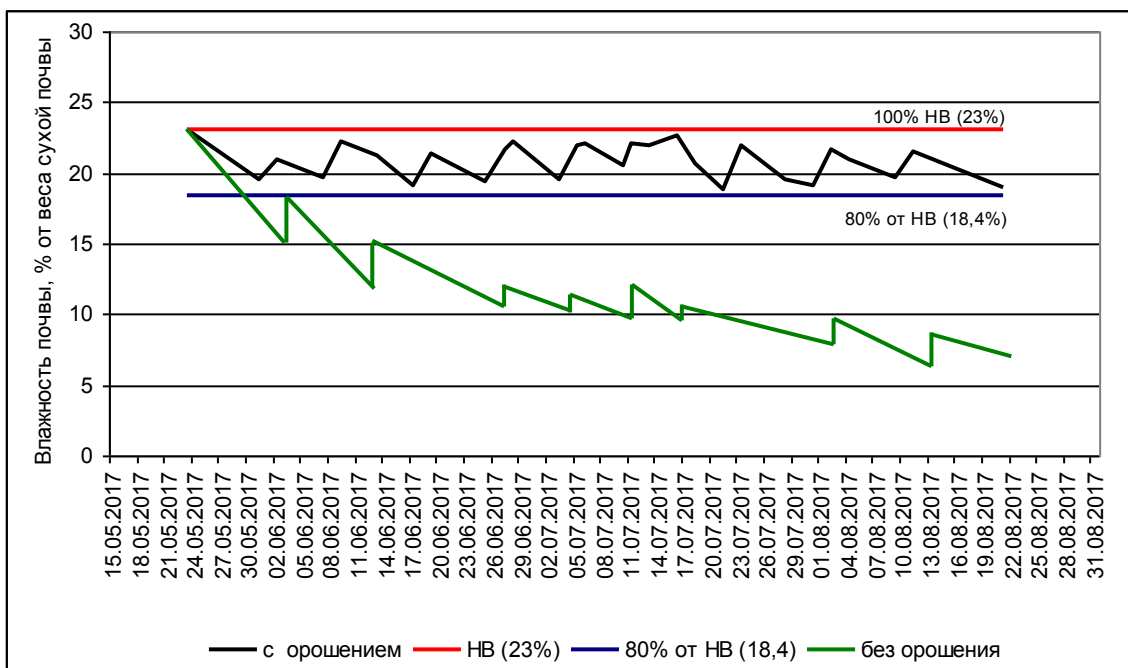


Рис. 21 – Динамика изменения влагозапасов в почве под соей (на зерно), % от массы сухой почвы (2017 год, вариант орошения с предполивной влажностью 80% НВ)

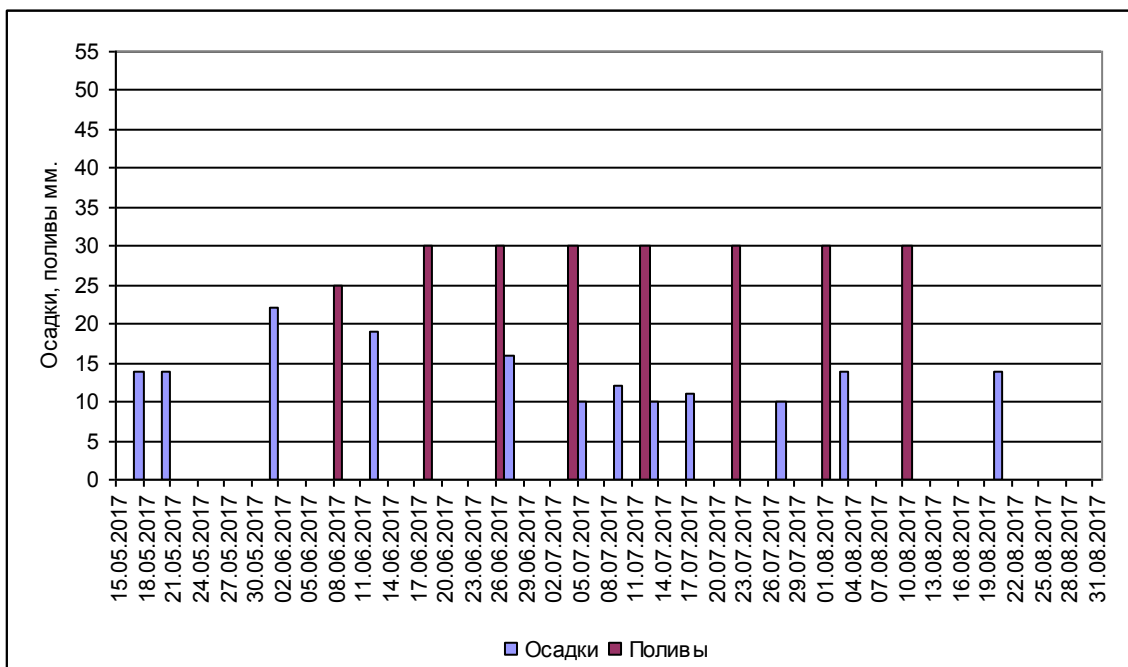


Рис. 22 – Количество поливов и осадков выше 10мм (2017 год, вариант 80% НВ)

Режим орошения сои в 2018 году.

В 2017 году посев сои был проведен 20 мая. Первый полив на всех вариантах с различными уровнями предполивной влажности осуществлен 01 июня. На варианте 60% НВ поливная норма составила 350 м³/га, на вариантах 70% НВ и 80% НВ поливная норма составила 300 м³/га.

С момента окончания сева (23 мая) до проведения обмолота (10 сентября) на варианте с предполивной влажностью 60% НВ было проведено 6 поливов поливными нормами от 350 до 500 м³/га. На варианте с предполивной влажностью 70% НВ было проведено 7 поливов нормами от 300 до 400 м³/га. Поливные нормы дифференцировали в зависимости от фазы развития сои (табл. 17). На варианте с предполивной влажностью 80% НВ было проведено 9 поливов нормой 300 м³/га.

За период вегетации в 2018 году оросительная норма составила на варианте с предполивной влажностью 60% НВ – 2550 м³/га, на варианте с предполивной влажностью 70% НВ – 2650 м³/га и на варианте с предполивной влажностью 80% НВ – 2700 м³/га.

Таблица 17 – Режим орошения сои за вегетационный период 2018 г.

Вариант	Сроки посева/ уборки	Режим орошения сои по фазам роста						Общее количество поливов
		посев – цветение (A1)		цветение – начало плодообразования (A2)		начало плодообразования – созревание (A3)		
		дата полива	поливная норма (м), м ³ /га	дата полива	поливная норма (м), м ³ /га	дата полива	поливная норма (м), м ³ /га	
60% НВ	20.05/ 10.09	01.06	350	08.07	450	07.08	500	6
		13.06	400	24.07	450			
		24.06	400					
70% НВ	20.05/ 10.09	01.06	300	04.07	400	27.07	400	7
		12.06	350	16.07	400	08.08	400	
		22.06	400					
80% НВ	20.05/ 10.09	01.06	300	29.06	300	01.08 09.08	300 300	9
		10.06	300	06.07	300			
		19.06	300	15.07	300			
			300	23.07	300			

Динамика влажности почвы на варианте с поддержанием уровня не ниже 60% НВ находилась в пределах от 100% НВ (23,0% от массы сухой почвы) до 60% НВ (13,8% от массы сухой почвы). На варианте 70% НВ этот диапазон находился в интервале от 23,0% до 16,1%. На варианте 80% НВ этот диапазон находился в интервале от 23,0% до 18,4% (рисунки 23, 25, 27).

На динамику влагозапасов в активном слое почвы 0,5 м кроме поливных норм определенное влияние оказывали атмосферные осадки (рисунки 24, 26, 28). Но их значение в приходной статье было незначительным.

На всех вариантах с орошением в 2018 году уровень влажности ниже оптимального значения не опускался. Совершенно противоположная динамика влагозапасов складывалась на варианте без орошения. Уже в конце июня уровень влажности был менее 60% НВ, а к моменту уборки он приблизился к уровню влажности завядания.

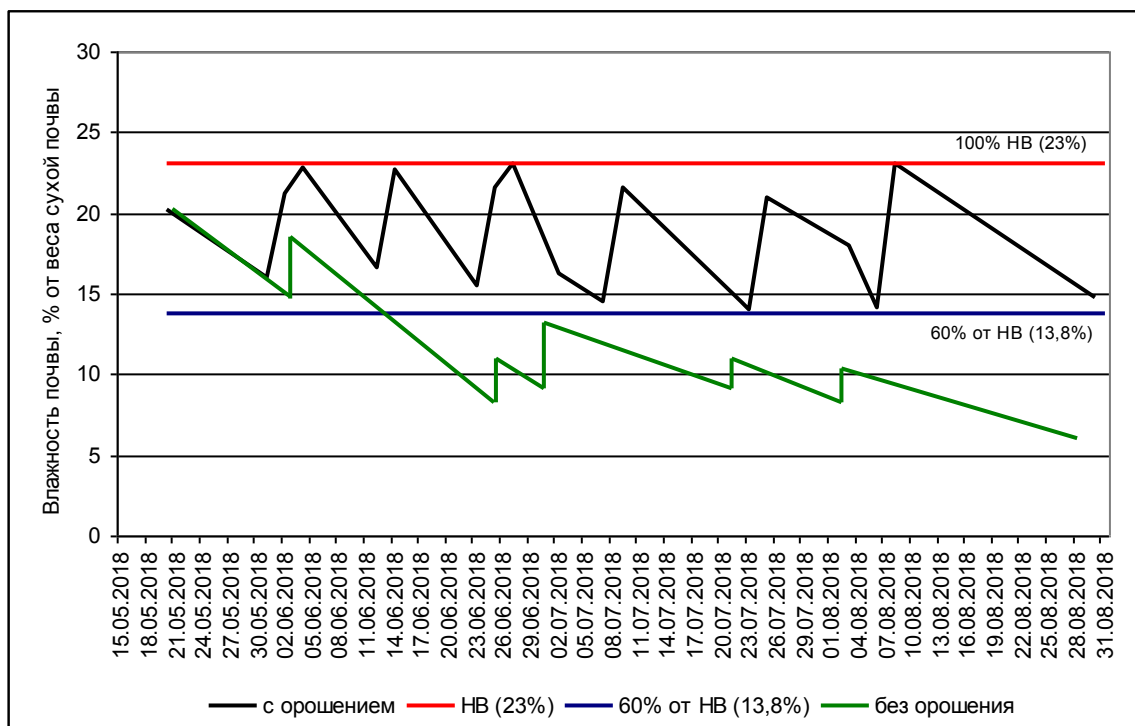


Рис. 23 – Динамика изменения влагозапасов в почве под соей (на зерно), % от массы сухой почвы (2018 год, вариант орошения с предполивной влажностью 60% НВ)

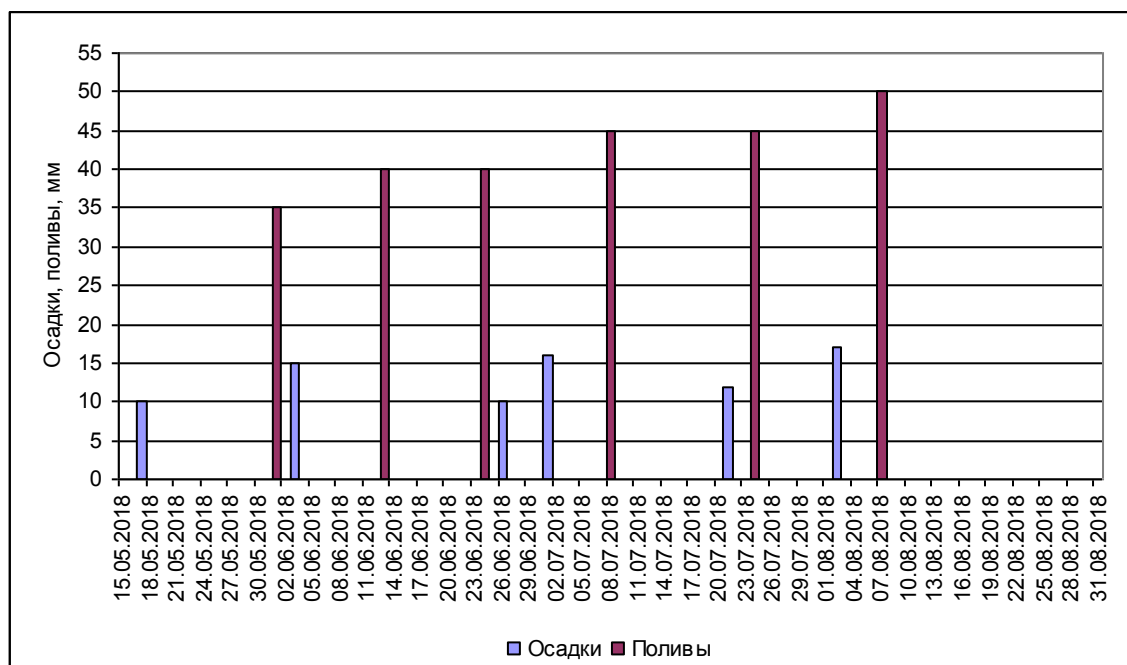


Рис. 24 – Количество поливов и осадков выше 10мм (2018 год, вариант 60% НВ)

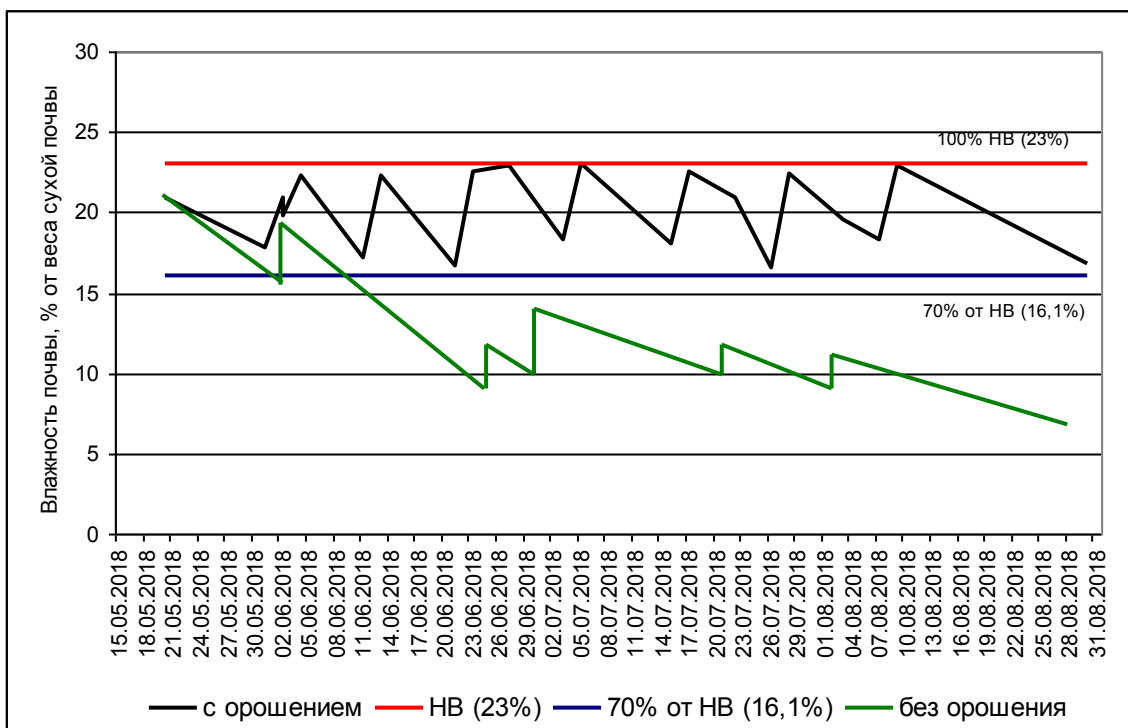


Рис. 25 – Динамика изменения влагозапасов в почве под соей (на зерно), % от массы сухой почвы (2018 год, вариант орошения с предполивной влажностью 70% НВ)

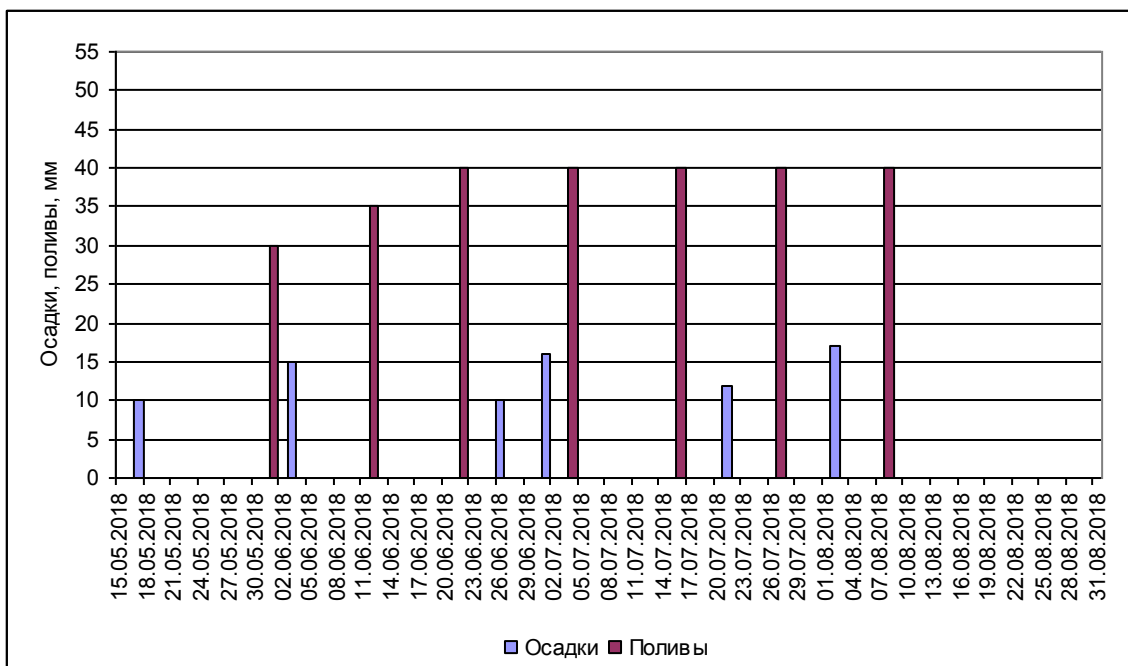


Рис. 26 – Количество поливов и осадков выше 10мм (2018 год, вариант 70% НВ)

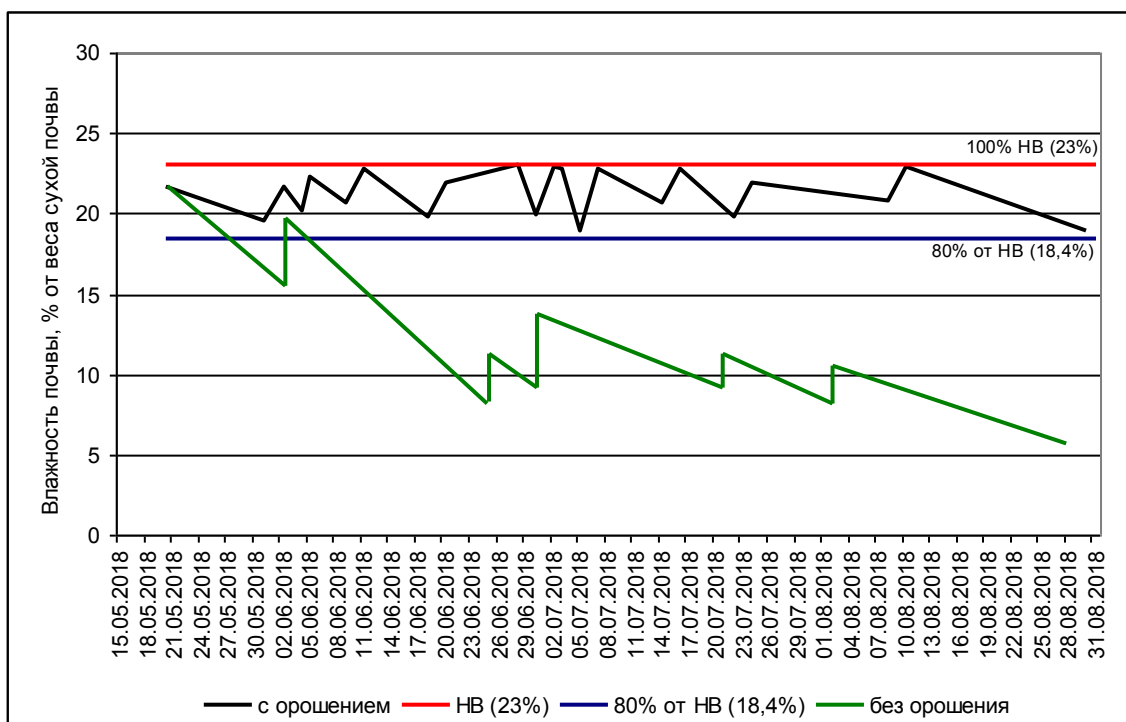


Рис. 27 – Динамика изменения влагозапасов в почве под соей (на зерно), % от массы сухой почвы (2018 год, вариант орошения с предполивной влажностью 80% НВ)

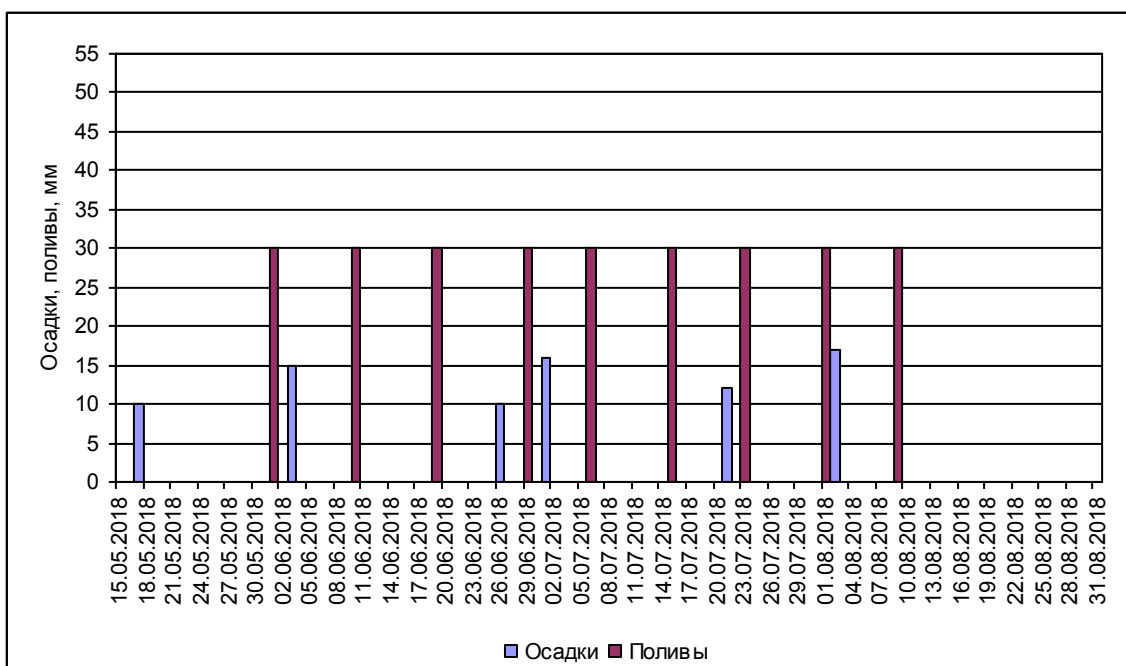


Рис. 28 – Количество поливов и осадков выше 10мм (2018 год, вариант 80% НВ)

Во всех изучаемых вариантах в исследованиях по разработке режимов орошения поливы проводили дождеванием. Поливные нормы рассчитывали на увлажнение слоя почвы 0,5 м и принимали от 250 до 500 м³/га в зависимости от уровня предполивной влажности почвы, фазы развития растений и особенностей погодных условий. По годам исследований и вариантам опыта число поливов изменялось от 5 до 10. Наибольшее их количество было проведено в наиболее сухие годы. В 2016 году было проведено от 7 (вариант 60% НВ) до 10 (вариант 80% НВ) поливов. В 2018 году количество поливов, соответственно, изменялось от 6 до 9. В более влажные годы (2017 г.) число поливов сокращалось до 5-8.

В соответствии с погодными условиями лет исследований формировались и оросительные нормы. Минимальное количество осадков выпало за вегетационный период 2016 года, соответственно в этом году оросительные нормы имели максимальные величины.

На варианте с уровнем предполивной влажности 60% НВ она составила 2850 м³/га, а на варианте 80% НВ достигла 2950 м³/га. В 2018 году количество осадков вегетационного периода было выше, чем в 2016 году, оросительные нормы не превышали 2700 м³/га (вариант 80% НВ).

Наиболее обеспеченным атмосферными осадками был 2017 год. Поэтому для поддержания заданного уровня предполивной влажности почвы потребовалось наименьшее количество оросительной воды за все годы исследований. На варианте 60% НВ оросительная норма составила всего 2100 м³/га, на варианте 70% НВ – 2200 м³/га, максимальная норма 2350 м³/га была выдана на варианте 80% НВ. Но эта оросительная норма значительно ниже минимальной нормы, полученной в 2016 и 2018 годах. Все эти расходы оказали существенное влияние на суммарные расходы воды и коэффициенты водопотребления.

3.3 Суммарное водопотребление сои и коэффициенты водопотребления

Урожайность сельскохозяйственных культур тесно связана с запасами влаги в почве, осадками и рядом других метеорологических факторов. Этот вопрос изучался многими исследователями в России и за рубежом (М.Н., Багров [17], И.П. Кружилин [95] и др.).

По своему происхождению соя является растением с теплым климатом, характеризующимся высокой влажностью в летние месяцы, поэтому для ее развития и реализации потенциальных возможностей требуется много тепла и влаги.

Потребность в воде соей и ее продуктивное использование выражены в единицах общего водопотребления и коэффициента водопотребления. Водопотребление сельскохозяйственных культур – это потребление воды в определенной зоне в течение вегетационного периода растений. По многочисленным данным [13], общее потребление воды соевых бобов составляет 3000 - 7000 м³ / га.

Общее потребление воды определяется различными методами, суть которых заключается в установлении зависимости потребления воды от различных климатических факторов: суммы температур, солнечной радиации, дефицита влажности воздуха, испарения и т. Д. [109, 170, 178, 184]]. Общее водопотребление сои ($E_{\text{мм}}$) определялось нами по методике водного баланса рассчитанного слоя почвы, разработанной А.Н. Костяковым [93].

Из-за своей высокой надежности и универсальности этот метод является одним из эталонных методов для определения общей потребности растений в воде и на протяжении многих десятилетий был единственным массовым методом, применяемым в агрономической и мелиоративной практике [17, 18, 134].

Он основан на использовании уравнения водного баланса орошаемого поля и решении этого уравнения относительно E . Общая форма уравнения водного баланса описывается довольно сложным соотношением. В конкретных почвенно-гидрогеологических и экономических условиях уравнение значительно упрощается. Точность определения расхода воды этим методом в значительной степени зависит от точности определения компонентов, входящих в уравнение. Метод водного баланса рекомендуется при глубоких подземных водах.

Недостатком этого метода является то, что он дает только усредненные значения общего водопотребления (E), не выявляя зависимости от биологических, погодных и других факторов жизни растений. В приходную часть водного баланса входят: нормы орошения (Mop); осадки (P); количество влаги, поступающей в активный слой почвы из грунтовых вод при близком залегании, или капиллярное питание (Ko); использование запасов влаги в почве ($W_n - W_k$).

Расходная часть баланса состоит из: объема воды, расходуемой на транспирацию (E_o), и объема воды, расходуемой на испарение с поверхности почвы (E_i). Коэффициент деления суммы этих двух величин ($E_o + E_i$), выраженный в m^3 , на продуктивную часть урожая в тоннах, называется коэффициентом водопотребления (K_v). Он установлен обобщенными многолетними экспериментальными данными для конкретных природных и сельскохозяйственных условий.

Общее (суммарное) потребление воды является произведением коэффициента водопотребления для данной урожайности (U). Если все компоненты водного баланса выражены в $m^3/га$, то общее потребление воды будет выглядеть следующим равенством:

$$E = K_v U$$

где K_v – коэффициент водопотребления, $m^3/т$;

U – урожайность, т/га.

Расчеты по приведенным формулам были проведены нами по годам исследований для всех изученных режимов полива и предоставлены в таблице. Физиологическая потребность растений сои в питании водой обеспечивалась в экспериментальных условиях за счет естественных запасов влаги в предпосевной период, после посева и вегетационного полива, а также осадков в течение вегетационного периода.

Выпадающие осадки не все полезны. Некоторые из них испаряются, не доходя до поверхности почвы, или стекают в понижение гидрографической сети. Коэффициент полезного использования осадков зависит от их интенсивности и количества, состояния почвы и растительного покрова. Экспериментально было установлено, что для вегетации он обычно не превышает 0,7 [18, 68, 80].

Для большинства культур основными элементами влаги в водном балансе являются дождевые осадки и поливы. Между этими значениями существует обратная зависимость: чем больше осадков выпадает, тем меньше требуется полива, и наоборот. Таким образом, норма орошения одной и той же культуры и даже сортов сильно варьирует с годами. В начале, когда вегетативная масса растений мала, а влажная поверхность поля остается открытой для прямых солнечных лучей, испарение почвы преобладает в общем расходе воды. По мере роста растений, площади поверхности листьев, накопления вегетативной массы, расход воды на транспирацию увеличивается [60, 72, 142].

Затем испарение влаги почвой уменьшается из-за большей степени затенения поверхности, высыхания верхних слоев и уменьшения интенсивности обмена влаги между глубокими слоями почвы. В таких условиях транспирация растениями становится преобладающей.

В наших исследованиях основное внимание уделяется закономерностям количественного изменения влагопоглощения почвы соевыми растениями. Впоследствии установленные показатели использовались для контроля водного режима почвы и обоснования

потребления воды растениями на фоне предшественника. Потребление влаги в периоды роста и развития не одинаково.

Наименьшее оно наблюдается в начале вегетации до формирования репродуктивных органов, затем при формировании бобов потребление воды увеличивается, а ко времени созревания продуктивных органов оно снова уменьшается.

При изучении характера водопотребления, поливных схем в онтогенезе сои выделяли три наиболее важных периода:

- 1) Всходы – начало цветения (III декада мая - II декада июля);
- 2) Начало цветения – налив бобов (II декада июля - III декада августа);
- 3) Налив бобов – созревание (III декада августа - I декада сентября).

Была определена структура общего водопотребления при режимах полива в 60, 70 и 80% НВ для сои (таблицы 18-20, рис. 29-36).

В таблице 18 представлена структура общего водопотребления сои при режиме орошения 60% НВ.

Таблица – 18 Структура суммарного водопотребления сои при 60% НВ

Годы наблюдений	Культура	Суммарное водопотребление (E), м ³ /га	Оросительная норма		Влага от осадков		Запасы почвенной влаги	
			м ³ /га	% от E	м ³ /га	% от E	м ³ /га	% от E
2016	Соя б/о	1270			1020	80	250	20
	Соя орош.	4096	2850	69	1020	25	226	6
2017	Соя б/о	2300	-	-	2050	89	250	11
	Соя орош	4344	2100	48	2050	47	194	5
2018	Соя б/о	1720	-	-	1470	85	250	15
	Соя орош	4238	2550	60	1470	35	218	5

Из данных таблицы 18 видно, что общее водопотребление сои имеет различные значения при орошении и без него.

Суммарное водопотребление в 2016 году на богаре и режимом орошения при поддержании уровня влажности 60% равно 1270 м³/га и 4096 м³/га, соответственно. Из 1270 м³/га на варианте без орошения 1020 м³/га (80,0%) составил приход влаги от осадков, а 250 м³/га влаги использовалось из запасов в почве. В варианте с орошением суммарное водопотребление составило 4096 м³/га, где 2850 м³/га (69,0%) пришлось на оросительную норму и 25% или 1020 м³/га на приход влаги от осадков.

В 2017 году приход влаги от осадков на богаре без орошения составил 2050 м³/га (89,0%), из запасов почвенной влаги дополнительно пришло 250 м³/га (11,0%). На варианте 60% НВ максимальное количество влаги поступило от оросительной нормы и составило 2100 м³/га (48,0%).

Немного меньшим оказалось в суммарном водопотреблении поступление влаги от осадков – 2050 м³/га, которое составило 47,0%. Такая высокая доля участия влаги от осадков характеризует вегетационный период 2017 года как хорошо увлажненный. При данном режиме орошения суммарное водопотребление составило 4344 м³/га. В варианте без орошения суммарное водопотребление равно 2300 м³/га.

В 2018 суммарное водопотребление без орошения составило 1720 м³/га. Из них приход влаги от выпадения осадков составил 1470 м³/га (85,0%). В варианте с орошением суммарное водопотребление составило 4238 м³/га, где 2550 м³/га (60,0%,) оросительная норма, 1470 м³/га (35,0%) осадки и 218 м³/га (4,0%) – использовалось из почвенных запасов влаги.

В целом, на варианте 60% НВ в зависимости от погодных условий конкретного года доля оросительной воды в суммарном водопотреблении сои составляла от 48 до 69%. Осадки составляли от 25 до 47%.

На варианте без орошения потребность сои в воде удовлетворялась в основном (на 80-89%) за счет атмосферных осадков вегетационного периода. Использование влаги из почвы было незначительным.

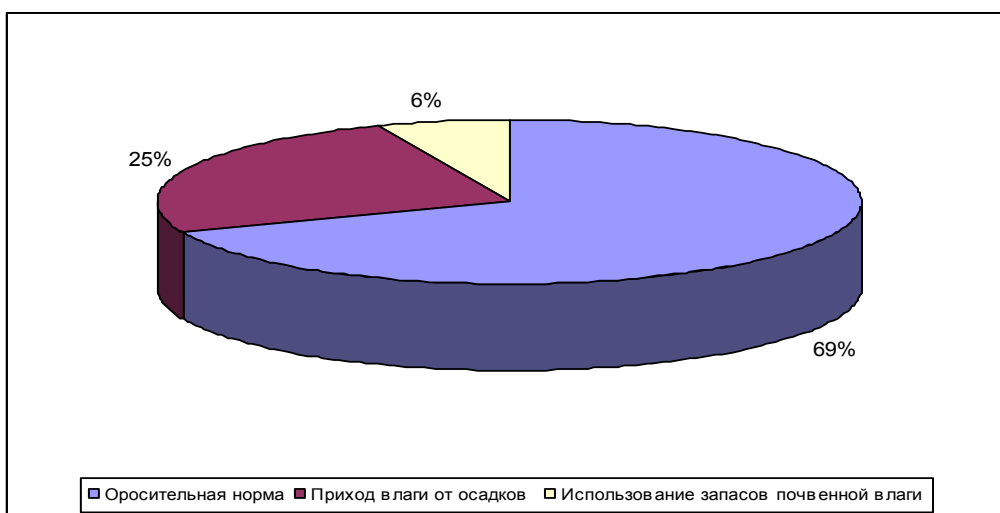


Рис. 29 – Структура суммарного водопотребления сои в 2016 году при режиме орошения 60% НВ, %

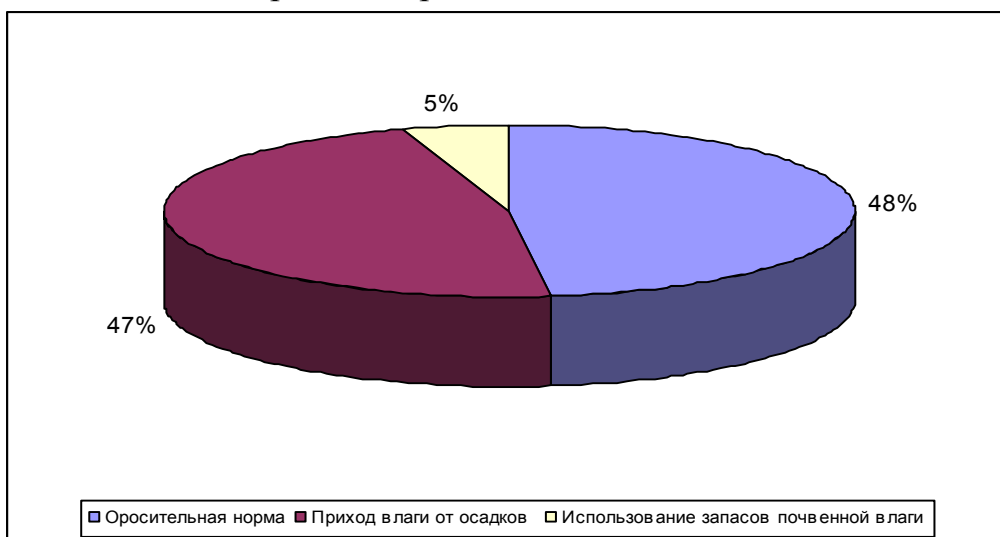


Рис. 30 – Структура суммарного водопотребления сои в 2017 году при режиме орошения 60% НВ, %

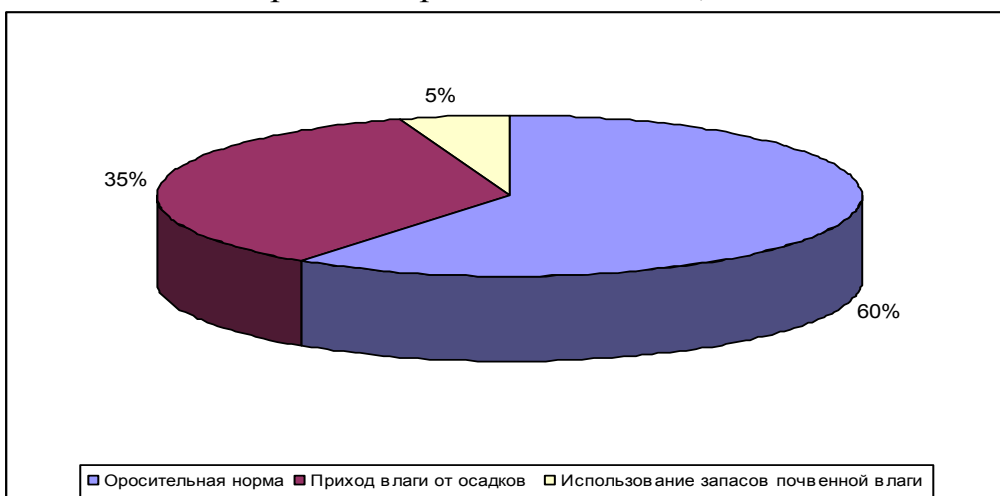


Рис. 31 – Структура суммарного водопотребления сои в 2018 году при режиме орошения 60% НВ, %

В таблице 19 представлена структура суммарного водопотребления сои при режиме орошения 70% НВ.

Таблица – 19 Структура суммарного водопотребления сои при 70% НВ

Годы наблюдений	Культура	Суммарное водопотребление (E), м ³ /га	Оросительная норма		Влага от осадков		Запасы почвенной влаги	
			м ³ /га	% от E	м ³ /га	% от E	м ³ /га	% от E
2016	Соя б/о	1270			1020	80	250	20
	Соя орош.	4146	2900	70	1020	25	226	5
2017	Соя б/о	2300			2050	89	250	11
	Соя орош	4444	2200	50	2050	46	194	4
2018	Соя б/о	1720			1470	85	250	15
	Соя орош	4338	2650	61	1470	34	218	5

Из данных таблицы 19 видно, что суммарное водопотребление сои на варианте 70% НВ показывает разницу в значениях по вариантам с орошением и без орошения, также как и на ранее рассмотренном варианте 60% НВ.

В 2016 году при поддержании уровня влажности 70% суммарное водопотребление составило без орошения 1270 м³/га и режимом орошения 4146 м³/га, соответственно. Из этого без орошения 1020 м³/га (80,0%) составил приход влаги от осадков, а 250 м³/га влаги использовалось из запасов в почве. На орошении суммарное водопотребление составило 4146 м³/га, из которых 2900 м³/га (70,0%) пришлось на оросительную норму 25% или 1020 м³/га. на приход влаги от осадков.

В 2017 году суммарное водопотребление составило 2050 м³/га (89,0%), запасы почвенной влаги 250 м³/га (11,0%). На варианте с орошением при 70% НВ максимальное количество влаги поступило от оросительной нормы и составило 2200 м³/га (50,0%). Немного меньшим оказалось в суммарном

водопотреблении поступление влаги от осадков – 2050 м³/га (46,0%). При режиме 70% НВ орошения суммарное водопотребление составило 4444 м³/га. В варианте на богаре без орошения суммарное водопотребление равно 2300 м³/га.

В 2018 суммарное водопотребление без орошения составило 1720 м³/га. Из которых приход осадков составил 1470 м³/га (85,0%). В варианте с орошением 2650 м³/га (61,0%), оросительная норма, 1470 м³/га (34,0%) осадки и 218 м³/га (5,0%) – использование влаги из почвенных запасов. В итоге суммарное водопотребление на варианте 70% НВ составило 4338 м³/га, где

В целом, на варианте 70% НВ в зависимости от погодных условий конкретного года доля оросительной воды в суммарном водопотреблении сои составляла от 50 до 70%. Осадки составляли от 25 до 46%.

На варианте без орошения потребность сои в воде удовлетворялась в основном (на 80-89%) за счет атмосферных осадков вегетационного периода. Использование влаги из почвы было незначительным.

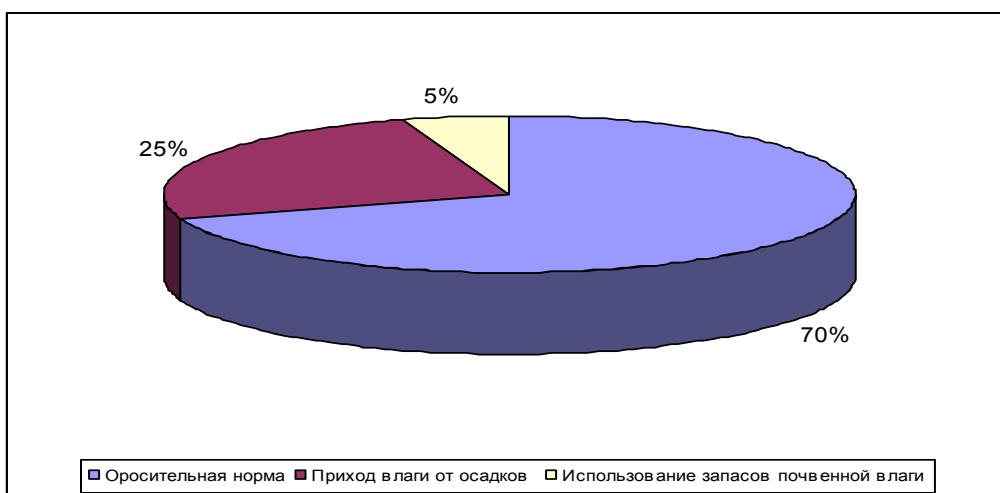


Рис. 32 – Структура суммарного водопотребления сои в 2016 году при режиме орошения 70% НВ, %

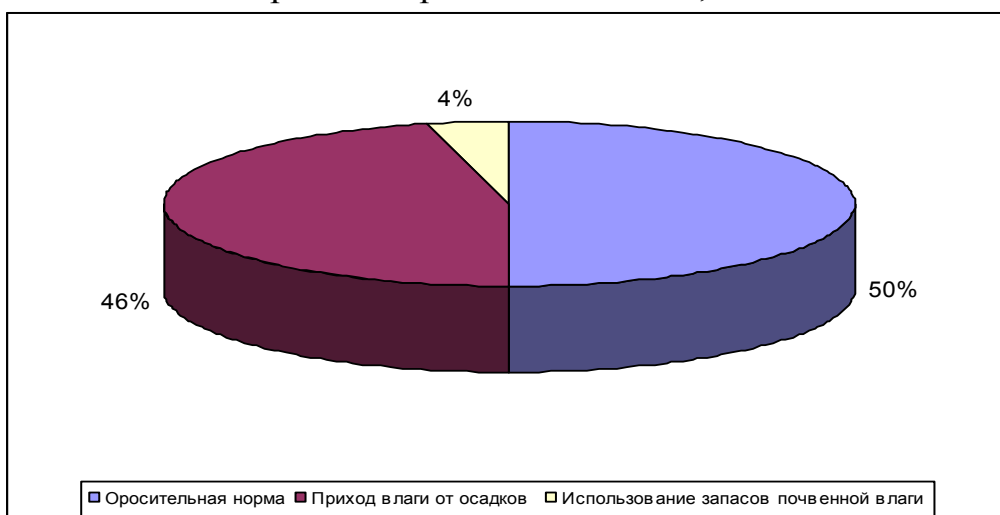


Рис. 33 – Структура суммарного водопотребления сои в 2017 году при режиме орошения 70% НВ, %

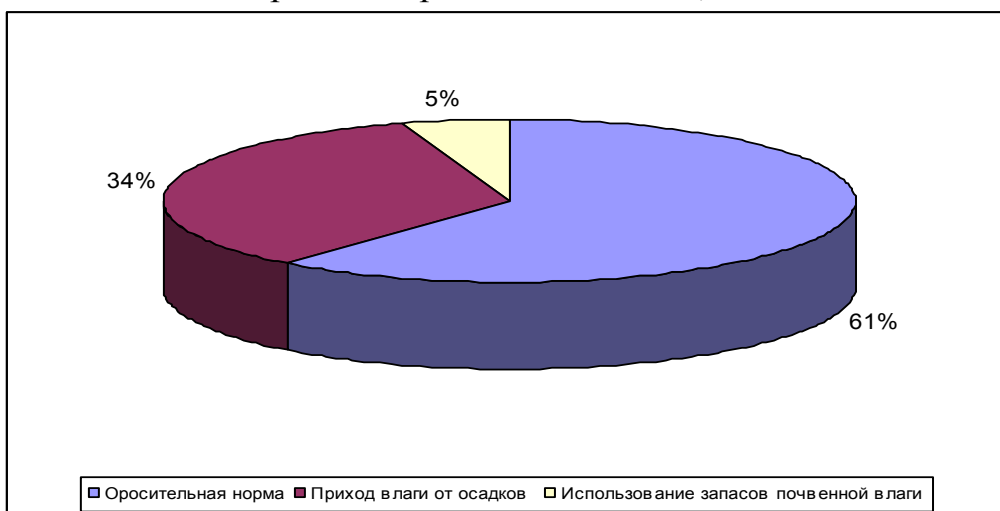


Рис. 34 – Структура суммарного водопотребления сои в 2018 году при режиме орошения 70% НВ, %

В таблице 20 представлена структура суммарного водопотребления сои при режиме орошения 80% НВ.

Таблица – 20 Структура суммарного водопотребления сои при 80% НВ

Годы наблюдений	Культура	Суммарное водопотребление (E), м ³ /га	Оросительная норма		Влага от осадков		Запасы почвенной влаги	
			м ³ /га	% от E	м ³ /га	% от E	м ³ /га	% от E
2016	Соя б/о	1270			1020	80	250	20
	Соя орош.	4196	2950	70	1020	24	226	6
2017	Соя б/о	2300			2050	89	250	11
	Соя орош.	4595	2350	51	2050	45	194	4
2018	Соя б/о	1720			1470	85	250	15
	Соя орош.	4388	2700	62	1470	34	218	4

Из данных таблицы 20 видно, что суммарное водопотребление сои на варианте 80% НВ имеет различные значения по вариантам с орошением и без орошения, также как и на ранее рассмотренных вариантах 60 и 70% НВ.

В 2016 году суммарное водопотребление по 80% НВ было равно 1270 м³/га без орошения и 4196 м³/га, с орошением соответственно. Из этого количества на приход влаги от осадков вариант без орошения составил 1020 м³/га (80,0%), внутрипочвенная влага 250 м³/га. На варианте с орошением 2950 м³/га (70,0%) пришлось на оросительную норму и 24% или 1020 м³/га. на приход от осадков.

В 2017 году приход влаги от осадков без орошения составил 2050 м³/га (89,0%), запасы почвенной влаги дали дополнительно 250 м³/га (11,0%). На варианте 80% НВ основной приход влаги в суммарном водопотреблении пришло от оросительной нормы и составило 2350 м³/га (51,0%).

Немного меньшим оказалось в суммарном водопотреблении поступление влаги от осадков – 2050 м³/га, которое составило 45,0%. При

данном режиме орошения суммарное водопотребление составило 4595 м³/га. В варианте без орошения суммарное водопотребление равно 2300 м³/га.

В 2018 суммарное водопотребление на богаре составило 1720 м³/га. Из них от осадков пришло 1470 м³/га (85,0%). В варианте с орошением суммарное водопотребление составило 4388 м³/га, где 2700 м³/га (62,0%) оросительная норма, 1470 м³/га (34,0%) осадки и 218 м³/га (4,0%) – использование влаги из почвенных запасов.

В целом, на варианте 80% НВ в зависимости от погодных условий конкретного года доля оросительной воды в суммарном водопотреблении сои составляла от 51 до 70%. Осадки составляли от 24 до 45%.

На варианте без орошения потребность сои в воде удовлетворялась в основном (на 80-89%) за счет атмосферных осадков вегетационного периода. Использование влаги из почвы было незначительным.

За 3 года исследований суммарное водопотребление сои отличалось как по годам исследований, так и по вариантам увлажнения.

Максимальное суммарное водопотребление сои в 2016 году получено на варианте при поддержании предполивной влажности 80% НВ, которое составило 4196 м³/га. В 2017 и 2018 годах максимальное суммарное водопотребление так же, как и в 2016 году, получено на варианте 80% НВ и составило, соответственно, 4595 и 4388 м³/га. На вариантах 60 и 70% НВ суммарное водопотребление было ниже.

В структуре суммарного водопотребления максимальная доля воды на вариантах с орошением приходилась на оросительную норму. На варианте 60% НВ за 3 года ее величина составляла от 48 до 69%, на варианте 70% НВ – 50-70% и на варианте 80% НВ – 51-70%. Осадки вегетационного периода по годам исследований составляли в суммарном водопотреблении от 25 до 47%.

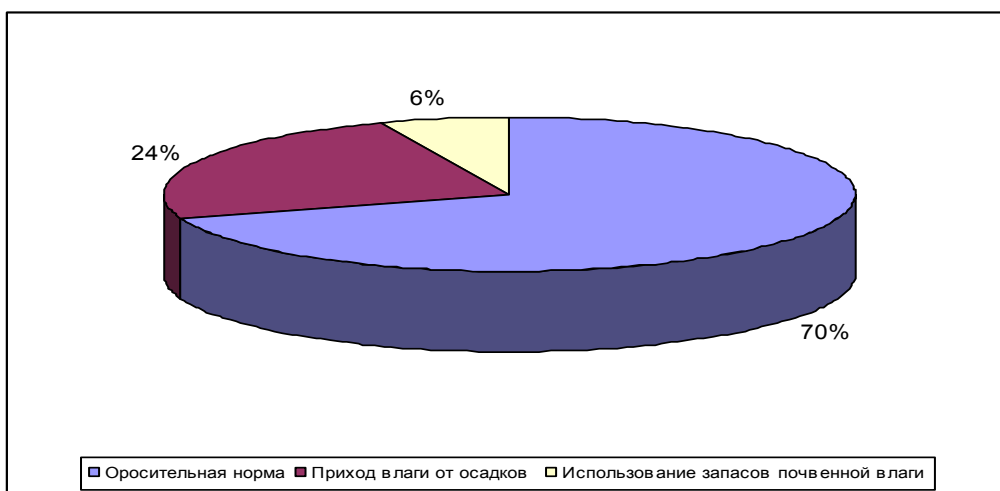


Рис. 35 – Структура суммарного водопотребления сои в 2016 году при режиме орошения 80% НВ, %

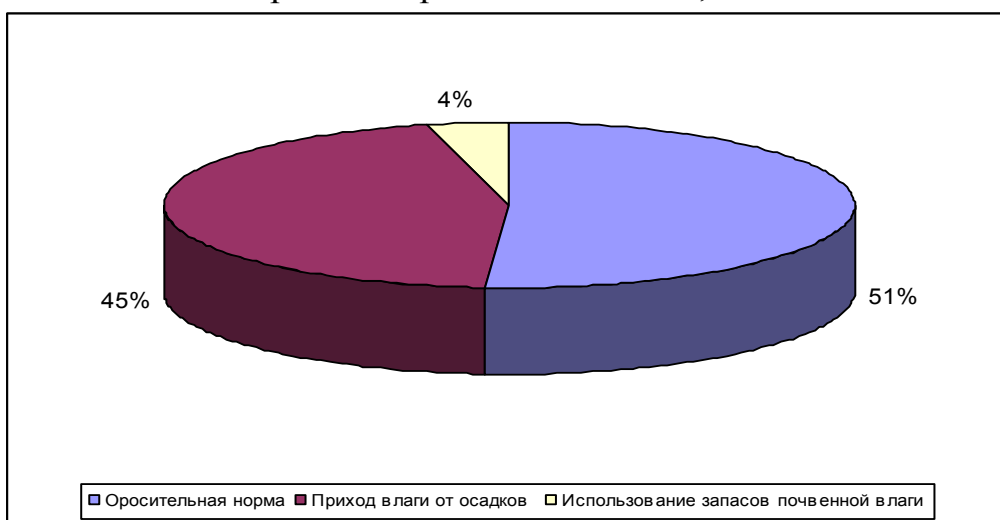


Рис. 36 – Структура суммарного водопотребления сои в 2017 году при режиме орошения 80% НВ, %

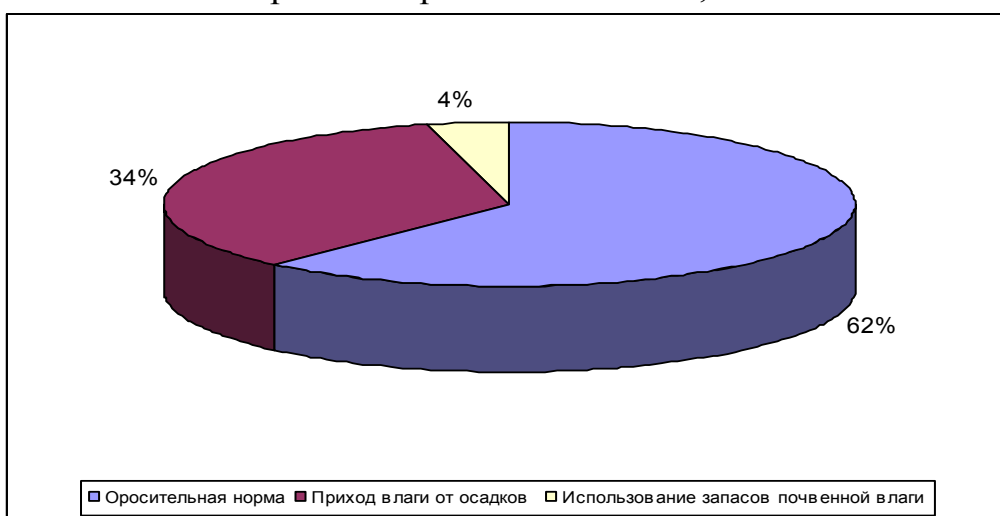


Рис. 37 – Структура суммарного водопотребления сои в 2018 году при режиме орошения 80% НВ, %

Наибольший приход влаги от осадков наблюдался в 2017 году. Использование внутрпочвенной влаги не существенно сказывалось на суммарном водопотреблении и составляло не более 6%.

На варианте без орошения на долю осадков за годы исследований приходилось от 80 до 89% от общего водопотребления.

Одним из важнейших показателей эффективности использования растениями воды из почвы является коэффициент водопотребления. Коэффициент водопотребления определяется путем деления всей израсходованной воды на единицу урожая товарной продукции ($K_v, \text{м}^3/\text{т}$). По этому показателю можно объективно судить об эффективности приемов, применяемых при выращивании растений, так как коэффициент водопотребления характеризует комплекс агротехнических мероприятий, обеспечивающих уровень продуктивности, а не биологическую потребность посевов в воде [93].

Коэффициент водопотребления в значительной мере изменяется в зависимости от условий увлажнения, удобрений, продуктивности сои и других факторов. Суммарное водопотребление и коэффициенты водопотребления сои рассчитаны в таблице 21.

Таблица 21 – Суммарное водопотребление и коэффициенты водопотребления сои

Вариант	2016 год			2017 год			2018 год			Среднее за 2016 -2018 гг.		
	урожайность, т/га	суммарное водопотребление, м ³ /га	коэффициент водопотребления, м ³ /т	урожайность, т/га	суммарное водопотребление, м ³ /га	коэффициент водопотребления, м ³ /т	урожайность, т/га	суммарное водопотребление, м ³ /га	коэффициент водопотребления, м ³ /т	урожайность, т/га	суммарное водопотребление, м ³ /га	коэффициент водопотребления, м ³ /т
Контроль (без удобрения и орошения)	0,8	1270	1411	1,2	2300	1916	1,0	1720	1720	1,0	1682	1682
60%НВ	2,2	4096	1861	2,5	4344	1737	2,3	4238	1842	2,3	4226	1813
60%НВ + ризоторфин (3 л. на 1 т. семян)	2,7		1517	2,9		1498	2,7		1569	2,8		1528
70%НВ	2,5	4146	1658	2,7	4444	1645	2,5	4338	1735	2,6	4309	1679
70%НВ + ризоторфин (3 л. на 1 т. семян)	2,9		1429	3,1		1433	3,0		1446	3,0		1436
80 %НВ	2,8	4196	1498	3,3	4595	1392	3,1	4388	1415	3,1	4393	1435
80%НВ + ризоторфин (3 л. на 1 т. семян)	3,4		1234	3,7		1241	3,5		1253	3,5		1255

По данным, представленным в таблице 21, мы отмечаем, что коэффициент водопотребления на варианте без орошения в среднем за 3 года исследований составил $1682 \text{ м}^3/\text{т}$. при средней урожайности $1,0 \text{ т/га}$ и среднем суммарном водопотреблении $1682 \text{ м}^3/\text{га}$.

На варианте с уровнем предполивной влажности $60\% \text{ НВ}$ средний коэффициент водопотребления оказался выше и составил $1813 \text{ м}^3/\text{т}$. На этом же варианте по увлажнению, но с обработкой семян перед посевом инокулянтом «Ризоторфин» коэффициент водопотребления уменьшился до $1528 \text{ м}^3/\text{т}$.

На варианте с уровнем предполивной влажности $70\% \text{ НВ}$ средний коэффициент водопотребления оказался сопоставимым с контролем, а на этом же варианте по увлажнению, но с обработкой семян перед посевом инокулянтом «Ризоторфин» коэффициент водопотребления уменьшился до $1436 \text{ м}^3/\text{т}$.

Наименьшими коэффициенты водопотребления оказались на варианте $80\% \text{ НВ}$. Без удобрения он составил $1435 \text{ м}^3/\text{т}$, а при обработке семян «Ризоторфином» снизился до $1255 \text{ м}^3/\text{т}$.

Мы отмечаем, что за 3 года исследований коэффициент водопотребления у сои на вариантах с орошением оказался ниже, чем без орошения. Исключение составил только вариант с режимом орошения $60\% \text{ НВ}$ без обработки семян инокулянтом.

При анализе таблицы 21 мы отмечаем, что прослеживается зависимость, при которой с увеличением суммарного водопотребления увеличивается урожайность зерна сои и уменьшается коэффициент водопотребления.

Для оценки эффективности использования оросительной воды при разработке режимов орошения, мы оценили её расход на формирование 1 тонны зерна сои (табл. 22).

Таблица 22 –Расход оросительной воды на 1 тонну зерна сои на вариантах опыта по разработке режимов орошения за 2016 -2018 гг.

Вариант	Средняя урожайность сои, т/га	Оросительная норма, м ³ /га				Средний расход оросительной воды, м ³ /т.
		2016	2017	2018	средняя	
Контроль	1,0	0	0	0	0	0
60%НВ	2,3	2850	2100	2550	2500	1090
60%НВ + ризоторфин (3 л. на 1 т. семян)	2,8					890
70%НВ	2,6	2900	2200	2650	2600	1000
70%НВ + ризоторфин (3 л. на 1 т. семян)	3,0					870
80 %НВ	3,1	2950	2350	2700	2700	870
80%НВ + ризоторфин (3 л. на 1 т. семян)	3,5					770

Из таблицы 22 мы видим, что максимальная средняя за 3 года оросительная норма была выдана на варианте для поддержания уровня влажности почвы не ниже 80% НВ. Её величина составила 2700 м³/га. Несмотря на это, на этом варианте отмечен самый низкий расход воды на 1 тонну зерна сои. На варианте без инокулянта значение составило 870, а с обработкой семян сои перед посевом удобрением средний расход снизился до 770 м³/т. На вариантах 60% и 70% НВ средний расход оросительной воды на 1 тонну зерна сои оказался выше. Данные таблицы подтверждают мнение, что улучшение влагообеспеченности растений и условий питания способствует более экономному расходованию влаги за счет увеличения урожайности.

ГЛАВА 4. УРОЖАЙНОСТЬ СОИ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПРИ ОРОШЕНИИ

4.1 Урожайность сои и прибавки урожайности от орошения и удобрения

Одним из главных показателей, определяющим эффективность проводимых мероприятий – урожайность возделываемой культуры. Повышение продуктивности и увеличение плодородия почв являются основными факторами, на которые необходимо обратить внимание при определении режима орошения [13, 89].

Вариант без орошения показал урожайность сои от 0,8 до 1,2 т/га (табл. 23). Такая урожайность зерна сои для неорошаемых условий является средней. При вариантах, где был использован полив, урожайность значительно выше.

На варианте с уровнем предполивной влажности почвы 60% НВ по годам исследования урожайность изменялась от 2,2 т/га в 2016 году до 2,5 т/га в 2017 году. Средняя урожайность зерна сои на этом варианте по увлажнению за 3 года исследований составила 2,3 т/га. Эта урожайность на 1,3 т/га превысила среднюю урожайность на контроле.

На варианте 60% НВ, но с обработкой семян сои перед посевом инокулянтом, средняя урожайность составила 2,8 т/га, которая превышала урожайность на контроле на 1,8 т/га. Также нужно отметить, что при в 60% НВ, где была проведена обработка семян инокулянтом, урожайность увеличилась на 0,5 т/га.

Вариант, где уровень предполивной влажности почвы составляет 70% НВ, по всем годам исследования урожайность была от 2,5 т/га в 2016 и 2018 годах до 2,7 т/га в 2017 году. Средняя урожайность зерна сои на этом варианте по увлажнению за 3 года исследований составила 2,6 т/га. Эта урожайность на 1,6 т/га превысила среднюю урожайность на контроле. На варианте 70% НВ, но с

обработкой семян сои перед посевом инокулянтом, средняя урожайность составила 3,0 т/га, которая превышала урожайность на контроле на 2,0 т/га.

Также мы отмечаем, при 70% НВ, где были обработаны семена сои, урожайность зерна на 0,4 т/га больше, чем без применения инокулянта.

В нашем исследовании самую большую урожайность сои мы получили на варианте с поддержанием предполивной влажности почвы 80% НВ, которая составила 3,3 т/га в 2016 году (табл. 23).

При рассмотрении средней урожайности, про 80% за 3 года исследования равна 3,1 т/га и превысила урожайность 1 т/га. На варианте 80% НВ, но с обработкой семян сои перед посевом инокулянтом, средняя урожайность составила 3,5 т/га, которая превышала урожайность на контроле на 2,5 т/га.

Также мы отмечаем, что на варианте 80% НВ и с обработкой семян инокулянтом урожайность зерна сои превысила урожайность на варианте без обработки на 0,4 т/га.

В целом оценивая влияние режимов орошения и обработки семян перед посевом инокулянтом «Ризоторфин» на урожайность зерна сои, можно сделать вывод, что они оказались эффективными.

Прибавки урожайности от орошения и удобрения оказались существенными, что подтверждается результатами дисперсионного и корреляционного анализов (табл. 23, рис. 38, 39, 40).

Наибольшие прибавки получены от применения разработанных режимов орошения. Из 3 изученных режимов орошения (60, 70 и 80% НВ) наиболее эффективным оказался режим орошения с поддержанием уровня предполивной влажности почвы не ниже 80% НВ.

На этом варианте получена максимальная урожайность 3,3 т/га, которая превысила максимальную урожайность на варианте 60% НВ на 0,8 т/га и на варианте 70% НВ на 0,6 т/га.

Таблица 23 – Урожайность и прибавки урожайности зерна сои за 2016-2018 гг., т/га

Вариант	2016 г.		2017 г.		2018 г.		Среднее	
	урожайность	прибавка к контролю	урожайность	прибавка к контролю	урожайность	прибавка к контролю	урожайность	прибавка к контролю
Контроль	0,8	–	1,2	–	1,0	–	1,0	–
60%НВ	2,2	1,4	2,5	1,3	2,3	1,3	2,3	1,3
60%НВ + ризоторфин (3 л. на 1 т. семян)	2,7	1,9	2,9	1,7	2,7	1,7	2,8	1,8
70%НВ	2,5	1,7	2,7	1,5	2,5	1,5	2,6	1,6
70%НВ + ризоторфин (3 л. на 1 т. семян)	2,9	2,1	3,1	1,9	3,0	2,0	3,0	2,0
80 %НВ	2,8	2,0	3,3	2,1	3,1	2,1	3,1	2,1
80%НВ + ризоторфин (3 л. на 1 т. семян)	3,4	2,6	3,7	2,5	3,5	2,5	3,5	2,5
НСР ₀₅ (наименьшая существенная разность)	0,044 (0,05)		0,042 (0,05)		0,049 (0,05)		-	-
R ² (Коэффициент корреляции)	Взаимосвязь между урожайностью и разной предполивной влажностью без использования инокулянта показывает сильную взаимосвязь, равную 0,78							
	Взаимосвязь между урожайностью и разной предполивной влажностью с использованием инокулянта усиливает связь до 0,92							

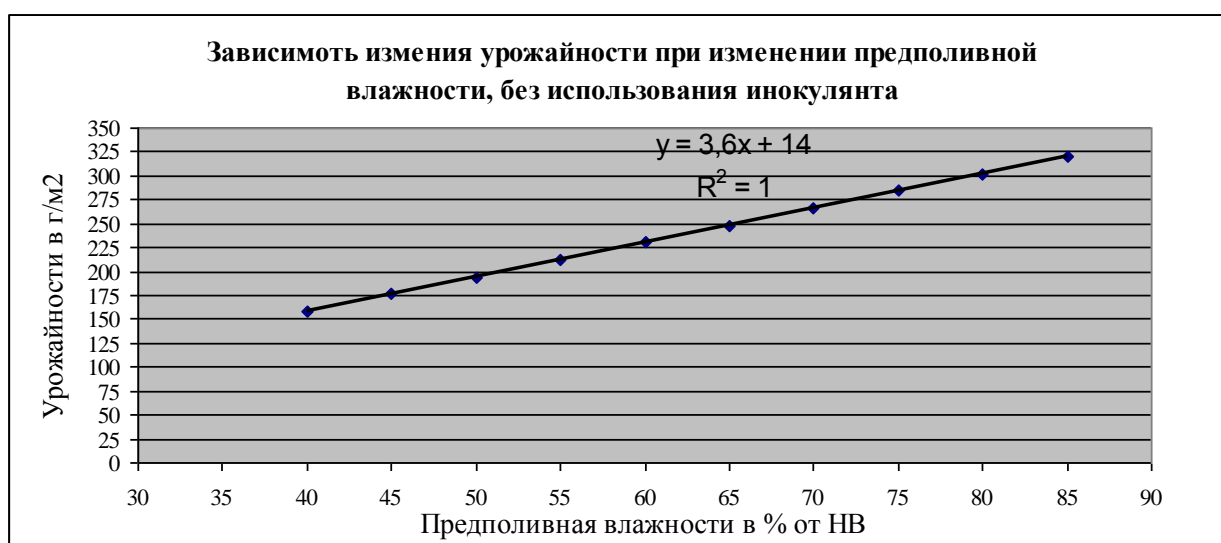


Рисунок 38 – Зависимость урожайности сои от уровня предполивной влажности почвы, без использования инокулянта



Рисунок 39 – Зависимость урожайности сои от уровня предполивной влажности почвы, с использованием инокулянта

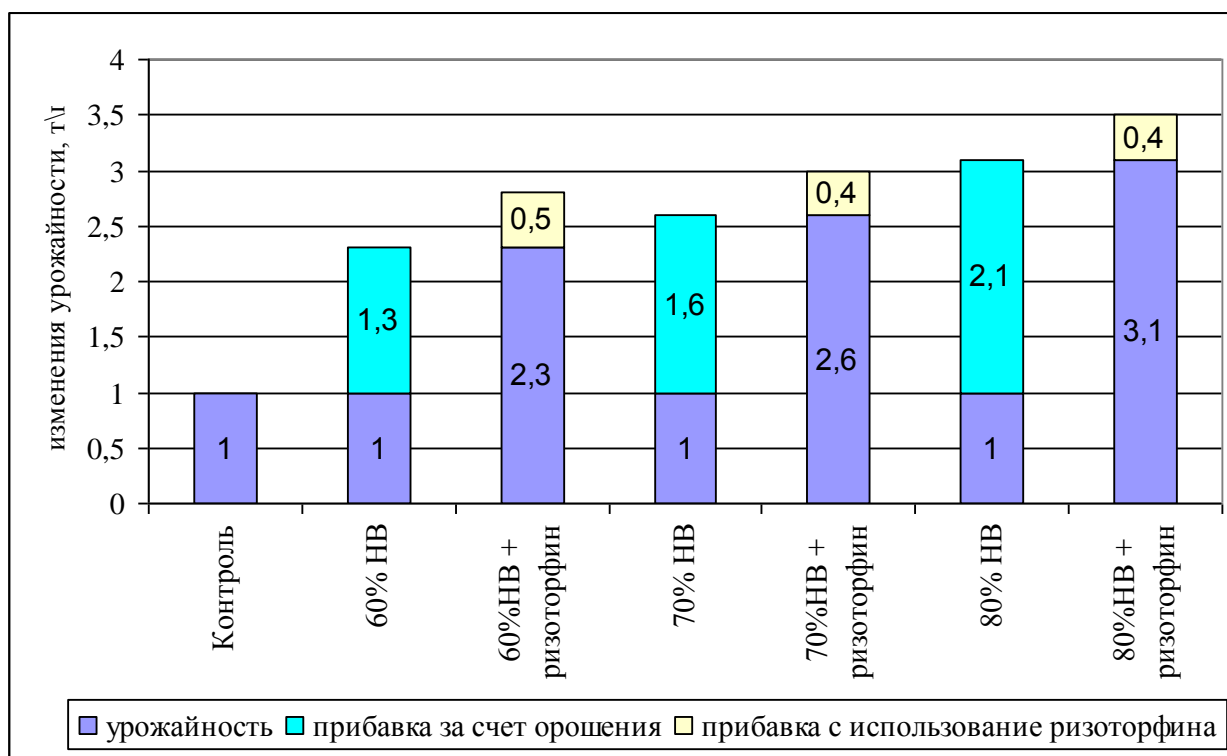


Рис 40 – Изменение урожайности сои за счет влияния факторов

4.2 Экономическая эффективность производства сои на зерно при орошении

Организация производства сои влияет на повышение экономической эффективности. Исходной является их натуральная форма – урожайность сельскохозяйственных культур.

Для выявления экономического эффекта необходимо не только знание совокупных затрат труда, но и система натуральных и стоимостных показателей, влияющих на урожайность [62, 88, 107, 143].

Для определения целесообразности поливов, которые в структуре общих затрат имеют существенное значение, нами были проанализированы затраты, включенные в технологический процесс подачи воды для орошения сои на зерно (табл. 24).

Мы видим, что затраты на полив с каждым годом увеличиваются в связи с повышением цен на электроэнергию и ростом фиксированных платежей обслуживающей организации. Наименьшая сумма затрат на 1 га была зафиксирована в 2017 году, так как по агроклиматическим условиям этот год был наиболее благоприятным по выпадению осадков.

В связи с этим сократилось и количество поливов. Из вариантов по увлажнению минимальные затраты были при поддержании влажности на уровне 60% НВ. В среднем за 3 года они составили 13,1 тыс. руб. на 1 га. С повышением уровня предполивной влажности затраты возрастали. Максимальными за 3 года они оказались на варианте 80% НВ и составили 13,9 тыс. руб. на 1 га. Это объясняется большим количеством поливов на этом варианте.

Таблица 24 – Структура затрат на полив сои

Год исследования	2016 год			2017 год			2018 год		
	60% НВ	70% НВ	80% НВ	60% НВ	70% НВ	80% НВ	60% НВ	70% НВ	80% НВ
Варианты полива	60% НВ	70% НВ	80% НВ	60% НВ	70% НВ	80% НВ	60% НВ	70% НВ	80% НВ
Оросительная норма, м ³ /га	2850	2900	2950	2100	2200	2350	2550	2650	2700
Площадь орошения, га	66	66	66	66	66	66	66	66	66
Объем оросительной воды на всю площадь, тыс. м ³	188,1	191,4	194,7	138,6	145,2	155,1	168,3	174,9	178,2
Продолжительность работы насосной станции за вегетационный период, час.	940	957	973	693	726	775	841	874	891
Мощность двигателя насоса	160 кВт/ч + потери 10%								
Общее потребление электроэнергии, кВт	165440	168432	171248	121968	127776	136400	148016	153824	156816
Цена электроэнергии, руб./кВт	4,8			5,2			5,8		
Общая стоимость электроэнергии, тыс. руб.	794,1	808,4	821,9	634,2	664,4	709,3	858,4	892,1	909,5
Оплата услуг «ФГБУ «Управление «Алтаймелиоводхоз» за подачу воды, руб./га	1503			1583			1667		
Общая сумма оплаты ФГБУ, тыс. руб.	99,2	99,2	99,2	104,5	104,5	104,5	110,0	110,0	110,0
Сумма расходов на полив, тыс. руб.:									
- итого	893,3	907,7	921,2	738,7	768,9	813,8	968,5	1002,2	1019,5
- на 1 га	13,5	13,8	13,9	11,2	11,6	12,3	14,7	15,2	15,4

Основным критерием экономической эффективности является себестоимость. Себестоимость – оценка стоимости используемых в процессе производства продукции (работ, услуг). Сюда входят природные ресурсы, сырье, материалы, топливо, энергия, основные фонды, трудовые ресурсы, а также другие затраты на ее производство и реализацию. Для расчета себестоимости зерна сои в наших исследованиях были включены следующие показатели (табл. 25).

Таблица 25 – Структура затрат на производство зерна сои

Наименование затрат	2016 г.		2017 г.		2018 г.	
	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%
1. Оплата труда с отчислениями на социальные нужды	560	22,4	620	23,3	650	23,3
2. Семена	800	32,0	860	32,4	900	32,3
3. Удобрение – инокулянт «Ризоторфин»	120	4,8	127	4,8	140	5,0
4. Содержание основных средств	560	22,4	543	20,4	577	20,7
5. Затраты на ГСМ	160	6,4	207	7,8	220	7,9
6. Прочие затраты	300	12,0	300	11,3	300	10,8
Затрат: всего	2500	100	2657	100	2787	100
- на 1 га.	12,5		13,2		13,9	

Наибольший удельный вес в структуре себестоимости зерна сои по всем годам исследования занимают затраты на покупку семенного материала, которые составляют почти третью часть (более 32%). Более 22% в структуре затрат занимает оплата труда с отчислениями, немного ниже этого показателя оказались затраты на содержание основных средств.

При анализе таблицы 25 мы отмечаем ежегодное увеличение затрат на производство зерна сои. Общие затраты возросли от 2500 тыс. руб. в 2016 году до 2787 тыс. руб. – в 2018 году. В расчете на 1 га затраты выросли, соответственно, от 12,5 тыс. руб. до 13,9 тыс. руб.

Основное направление сбыта продукции - это реализация зерна сои перерабатывающим компаниям. В связи с ежегодным обновлением семенного материала вся полученная продукция реализуется без сохранения переходящих остатков и целью покрытия материальных затрат. Реализация всей продукции происходит в пределах Алтайского края. Структура реализации представлена в таблице 26.

Таблица 26 – Структура реализации зерна сои

Год	Объем реализации, т.	Цена реализации, руб./т.	Выручка, тыс. руб.
2016	594	20000	11880
2017	640	24000	15350
2018	607	27000	16389

Максимальный объем товарной продукции (640 т.) был реализован в 2017 году. Выручка составила 15350 тыс. руб. В 2018 году объем реализации уступал показателю 2017 года, но благодаря более высокой цене реализации выручка оказалась выше и составила 16389 тыс. руб.

Для нахождения экономической эффективности при возделывании сельскохозяйственных культур с применением орошения необходимо учитывать производственные затраты в целом и в том числе на проведение поливов [114, 115, 117, 118].

Основной показатель экономической эффективности – себестоимость продукции, рентабельность и чистый доход.

Себестоимость – это стоимостная оценка затрат на производство и реализацию продукции.

Чистый доход определяем по разнице между общими затратами и стоимостью урожая.

Рентабельностью принято считать отношение чистого дохода к себестоимости.

Для расчета экономической эффективности мы использовали данные по урожайности зерна сои, цену, при которой можно его реализовать и общие затраты.

Экономическая эффективность производства зерна сои по годам исследований и по вариантам опыта представлена в таблице 27.

Таблица 27 – Экономическая эффективность производства и реализации зерна сои

Вариант	Средние значения за 2016-2018 годы							
	Урожайность, т/га.	Производственные затраты на 1 га, тыс. руб.	Затраты на орошение 1 га, тыс. руб.	Общие затраты на 1 га, тыс. руб.	Цена реализации 1 т. зерна сои, тыс. руб.	Себестоимость 1 т зерна сои, тыс. руб.	Чистый доход, тыс. руб./т.	Рентабельность 1 т. зерна сои, %
Контроль (б/о, б/у)	1,0	13,2	-	13,2	23,60	13,20	10,40	78
60% НВ	2,3		13,1	26,3		11,43	12,17	106
70% НВ	2,6		13,5	26,7		10,26	13,44	130
80% НВ	3,1		13,9	27,1		8,74	14,86	170
60%НВ + ризоторфин (3 л. на 1 т. семян)	2,8	13,8	13,1	26,9		9,60	14,00	145
70%НВ + ризоторфин (3 л. на 1 т. семян)	3,0		13,5	27,3		9,10	14,50	159
80%НВ + ризоторфин (3 л. на 1 т. семян)	3,5		13,9	27,7		7,95	15,65	196

По результатам, представленным в таблице 27 можно сделать вывод, что соя не зря называется высокорентабельной культурой. Даже при возделывании без орошения в среднем за 3 года исследований чистый доход был 10,4 тыс. руб. за 1 тонну зерна. Рентабельность при этом составила 78%, т.е. доходность 78 копеек на 1 рубль вложенных затрат.

На вариантах с орошением значительно возросли общие затраты на производство, которые были практически в 2 раза выше чем без орошения. На

контроле они составили 13,2 тыс. руб. на гектар, при орошении от 26,3 (60% НВ) до 27,7 (80% НВ) тыс. руб. на 1 га.

Затраты, пошедшие на орошение, окупилась значительной прибавкой урожайности. За счет этого фактора чистый доход на вариантах с орошением значительно превышал значение этого показателя на контроле. На варианте с предполивной влажностью почвы 60% НВ чистый доход составил 12,17 тыс. руб. на 1 т. зерна, рентабельность составила 106%. На варианте 80% НВ чистый доход достиг значения 15,65 тыс. руб. на 1 т. зерна, а рентабельность составила 170%.

На этих же вариантах по увлажнению, но с предпосевной обработкой семян инокулянтом «Ризоторфин», показатели оказались еще выше. На варианте с предполивной влажностью почвы 60% НВ чистый доход составил 14,0 тыс. руб. на 1 т. зерна, рентабельность составила 145%. На варианте 80% НВ чистый доход достиг значения 14,86 тыс. руб. на 1 т. зерна, а рентабельность была 196%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных исследований были сделаны следующие выводы:

1. Для поддержания уровня предполивной влажности 60% НВ в слое почвы 0,5 м оросительные нормы в зависимости от погодных условий лет исследований должны составлять от 2100 до 2850 м³/га; на варианте 70% НВ – от 2200 до 2900 м³/га; на варианте 80% НВ – от 2350 до 2950 м³/га;

2. Поливные нормы, в зависимости от фазы развития сои, изменяются от 350 до 500 м³/га на варианте 60% НВ, от 300 до 400 м³/га – на варианте 70% НВ и от 250 до 300 м³/га – на варианте 80% НВ;

3. На варианте без орошения урожайность зерна сои по годам исследований получена от 0,8 до 1,2 т/га. На варианте с уровнем предполивной влажности 60% НВ урожайность составила от 2,2 до 2,5 т/га; при уровне предполивной влажности 70% НВ она составила от 2,5 до 2,7 т/га; при уровне предполивной влажности 80% НВ она изменялась от 2,8 до 3,3 т/га;

4. Применение инокулянта «Ризоторфин» для обработки семян сои перед посевом способствовало повышению урожайности в сравнении без обработки на вариантах с орошением до 0,5 т/га;

5. Суммарное водопотребление на варианте 60% НВ по годам изменялось от 4096 до 4344 м³/га (среднее 4226 м³/га); на варианте 70% НВ – от 4146 до 4444 м³/га (среднее 4309 м³/га); на варианте 80% НВ – от 4196 до 4595 м³/га (среднее 4393 м³/га);, без орошения суммарное водопотребление составило от 1411 до 2300 м³/га;

6. Коэффициент водопотребления сои на варианте 60% НВ без применения инокулянта в среднем за 3 года исследований составил 1813 м³/т, при использовании инокулянта – 1528 м³/т; на варианте 70% НВ без применения инокулянта – 1679 м³/т, с инокулянтом – 1436 м³/т; на варианте 80% НВ без

применения инокулянта – 1435 м³/т, с инокулянтом – 1255 м³/т. Без орошения средний коэффициент водопотребления составил 1682 м³/т.

7. Наиболее высокий чистый доход и уровень рентабельности получены на вариантах с орошением. На варианте 60% НВ чистый доход в среднем за 3 года составил 12,17 тыс. руб./га, уровень рентабельности – 106%. Максимальные значения этих показателей получены на варианте 80% НВ, соответственно, 14,86 тыс. руб./га и 170%. На самом оптимальном в наших исследованиях режиме орошения с поддержанием уровня предполивной влажности почвы 80% НВ и с обработкой семян инокулянтом чистый доход составил 15,65 тыс. руб./га, а рентабельность 196%.

Расчет экономической эффективности показывает, что орошение сельскохозяйственных культур целесообразно.

Рекомендации производству

Для получения максимальной урожайности зерна сои следует поддерживать уровень предполивной влажности почвы на уровне 80%НВ.

Перспективы дальнейшей разработки темы

Дальнейшие исследования будут направлены на изучение питательного режима орошаемых лугово-черноземных почв с целью повышения продуктивности зерновой сои и снижения расход воды на образование тонны зерна. Необходимо оптимизировать минеральное питание и снизить коэффициент водопотребления.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамова М.М. Опыты по изучению передвижения капиллярной подвешенной влаги при испарении // Почвоведение.-1948.- № 1.-С. 21.
2. Айдаров И.П., Арент К.П., Голованов А.И. и др. Концепция мелиорации сельскохозяйственных земель в стране (проект).- М.- 1992.- 42 с.
3. Александрова Л.Н., Найденова О.А. Лабораторно-практические занятия по почвоведению. Государственное издательство сельскохозяйственной литературы.- М.- 1957.- 214 с.
4. Алиев Д.А., Акперов З.И. Фотосинтез и урожай сои.-М., 1995. - 126 с.
5. Алпатьев А.М. О методах расчета потребности в воде культурных фитоценозов в связи с развитием орошения в СССР. М., - 1974. 230 с.
6. Алпатьев С.М. О поливных режимах сельскохозяйственных культур //В кн.: Орошаемое земледелие в Европейской части СССР.- М.: Колос.- 1965.- С.5.
7. Алпатьев С.М. Методические указания по расчету режима орошения сельскохозяйственных культур на основе биоклиматического метода. Киев.- 1967.- 30 с.
8. Аринушкина Е.В. Химический анализ почв и грунтов // Изд.: Московского университета. - 1952. - 212 с.
9. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. Изд. МГУ. - М. -1961.-340с.
10. Асанов А.М., Омелянюк Л.В. Продуктивность образцов зернобобовых культур, созданных в ГНУ СибНИИСХ, в зависимости от погодных условий вегетационного периода // Достижения науки и техники АПК, 2013. № 5. С. 17-20.
11. Астапов С.В. Мелиоративное почвоведение (практикум). Сельхозиздат. -1968.- 412с.
12. Бабич А.А. Соя на корм. - М.: Колос. - 1974. – 110 с.

13. Бабич, А.А. Соя – культура XXI века / А.А. Бабич. // Вестн. с.-х. науки. 1991. - №7. - С. 27-37:19.
14. Багаев В.Б. Влияние условий фосфорного питания на рост растений и качество урожая сои //Известия ГСХА. -1958. - Вып.3,1. - С.39.
15. Багров М.Н. Орошение полей. Волгоград. - 1965. – 253 с.
16. Балакай Г.Т. Соя на орошаемых землях. М.: ГУ ЦНТИ Мелиоводинформ. - 1999. - 138 с.
17. Барабанов В.М. Эффективность различных гербицидов на посевах сои//В сб.: Возделывание люцерны и сои в Нижнем Поволжье. - Волгоград. - 1983. - С. 175.
18. Баранов В.Ф. Поливной режим сои в зависимости от глубины увлажнения//ВНИИМК. - Краснодар. - 1980. - С.29.
19. Баранов В.Ф. Ефимов А.Г. На Кубани - под сою: Минимализация обработки почвы.//Земледелие. - 1996. - №3 – С.14-15.
20. Беликов И.Ф. Вопросы биологии и возделывания сои.//Биология и возделывание сои. - Владивосток. - 1971.- С.39.
21. Беликов И.Ф., Пенчукова Н.А. Эффективность внекорневых подкормок сои.//В кн.: Труды АНИИСХ. - Благовещенск. - 1966. - т. 1. - с. 104.
22. Беликов И.Ф., Чуб А.И. и др. Внекорневая подкормка сои. // Зернобобовые культуры. - 1965. - №2. - С. 13.
23. Белоус А.Г., Заверюхин В.И. Значение режима орошения в получении высоких урожаев сои.//Зерновые и масличные культуры. - 1970. - №12.- С.21.
24. Березин В.Н., Щербакова М.И., Демидова Л.Н. Сортовая реакция сои на способы и нормы высева.//В сб.: Возделывание люцерны и сои в Нижнем Поволжье. - Волгоград. - 1983. - С. 166.
25. Бзыков М.А., Бясов К.Х. и др. Влияние гербицидов на динамику питательных веществ в почвах, урожай и качество зерна сои.//Химия в сельском хозяйстве. - 1971. - №1. - С.101.

26. Блэк К.А. Растения и почва. Перевод Э.И. Шконде. М. - 1973.- 215с.
27. Бойко А.Г. Основные приемы агротехники сои на орошаемых землях предгорий Ала-тау. Алма-Ата. - 1973.- 39с.
28. Бородычев В.В., Лытов М.Н. Возделывание сои на зерно на орошаемых землях Нижнего Поволжья // Вопросы мелиорации. - 2000. - №78.- С.58-64.
29. Броунов П.И. Полевые культуры и погода. СПб. - 1912. - 97с.
30. Будыко М.И., Гандин Л.С. К теории фотосинтеза в слое растительного покрова. М.: Изд. АН СССР. - 1966. - С.3
31. Бухориев, Т. А. Симбиотическая азотфиксация, урожайность и белковая продуктивность сои, маша и нута в условиях Гиссарской долины: автореферат дис. ... доктора сельскохозяйственных наук : 06.01.09 / Моск. с.-х. акад. им. К. А. Тимирязева. - Москва, 1997. - 31 с.
32. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. – М.:Агропромиздат, 1986.-416 с.
33. Валикова Р.И., Малич В.А. Применение гербицидов на посевах сои в дельте Волги.//В сб.: Возделывание люцерны и сои в Нижнем Поволжье. - Волгоград. -1983.-С.182
34. Васильченко А.А. Основные результаты работ института сои и клеверины по возделыванию этих культур.//В кн.: Труды Всесоюзного научно-производственного совещания по масличным культурам. - Краснодар. - 1952.- С.58
35. Ващенко, Т.Г. Анализ сопряженности элементов продуктивности сои / Т.Г. Ващенко, Н.Т. Павлюк, А.Г. Буховец // Селекция и семеноводство. -2004.-№ 1.-С. 10-12/
36. Ващенко, Т.Г. Биологические основы и научно-методические принципы селекции суданской травы и сои в лесостепи ЦЧР России: автореф. дис. д-ра с.-х. наук / Т.Г. Ващенко. – Воронеж, 2004

37. Ващенко Т.Г. Корреляция признаков у сои в условиях лесостепи. ЦЧР / Т.Г. Ващенко, Н.Т. Павлюк, А.И. Курьянов // Селекция и семеноводство: -2005. - № 3
38. Ващенко А.П. Сравнительное изучение некоторых методов создания исходного материала сои / А.П. Ващенко // Селекция и сортовая агротехника полевых культур на Дальнем Востоке. — Новосибирск, 1992
39. Ващенко Т.Г. Совместный посев суданской. травы и сои повышает качество корма / Т.Г. Ващенко, Н.Т. Павлюк //Земледелие. 2004. - № 5
40. Воложенин А.Г. Сорняки и методы борьбы с ними. Владивосток: Дальневосточное книжное издательство. - 1969. - 111с.
41. Воробьев С.А. Практикум по земледелию. М.: Колос. - 1971.-33 с.
42. Воробьев С.А., Аваев М.Г. Лабораторно-практические занятия по почвоведению и земледелию. //Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов. - М. - 1961. - 328с.
43. Голов В.И. Основные условия эффективного применения микроудобрений под сою на почвах Приамурья и Приморья. Дисс. раб. - Владивосток. - 1968. - 260с.
44. Голов Г.В. Влияние агротехнических и погодных условий на химические свойства почвы и эффективность удобрений.//В кн.: Вопросы растениеводства Приамурья. - Благовещенск: Хабаровское книжное издательство. — 1973. - С.55
45. Горюнов Н.С., Огрызкова Н.И. Физиологическая оценка режима орошения сои.//Физиология растений. – М.: АН СССР. - 1964. - т.2. - Вып.6. - С.1090
46. Грицун А.Т. К вопросу о потребности сои в основных элементах питания в условиях эффективного использования минеральных удобрений. /Бюллетень научно-технической информации. - ДальНИИСХ. - Хабаровск. - 1958. - №5. - С.3

47. Грицун А.Т. Фосфорная мука под сою.//Зернобобовые культуры. - 1965. - №8. -С.45
48. Губаюк Ю. Д. Режим орошения сои.//Степные просторы. - 1976. - №6. - С.16
49. Губанов П.Е. Результаты научно-исследовательских работ по технологии возделывания сои в Поволжье.//В сб.: Возделывание люцерны и сои в Нижнем Поволжье. - Волгоград. - 1983. - С.93
50. Губер К.В. Водосберегающие технологии орошаемого земледелия.//Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 1997. -№6. - С.5.
51. Гудилова В.А. Соя. Современные технологии возделывания, практическое руководство, 2016 г
52. Гуцаленко А.П. Соя и перспективы ее возделывания в Молдавии //Зерновое хозяйство. - 1973. - №4.- С.64
53. Даниличев С.Н. Отзывчивость сортов сои на минеральное питание при различных режимах орошения.//В сб.: Возделывание люцерны и сои в Нижнем Поволжье. - Волгоград. -1983. - С. 135
54. Деревянский В.П. Соя.// Укр.академия аграрных наук. - Киев.- 1995.- 222с.
55. Доброхлеб И.Ф., Татаринцев А.И. Бобовые и зерновые культуры. М.: Колос. - 1966.- 197с.
56. Долгов С.И. Исследования подвижности почвенной влаги и ее доступности для растений. М. - Л. - Изд.: АН СССР. - 1948.- 287с.
57. Доросинский Л.М. Эффективность применения нитрагина в СССР / Л.М. Доросинский, А.П. Кожемяков // Бюллетень ВНИИСХМ Л., 1981. - № 34.-С. 3-6.
58. Доспехов В.А. Методика полевого опыта. М. - 1979.-416с.

59. Дубенок Н.Н. Ресурсосберегающие и экологические обоснованные технологии орошения кормовых культур на склоновых землях Центрального района России.// Автореферат д-ра с.х.наук. Н.-1994.-44с.

60. Екимов С.В. Минеральное питание сои.//В сб.: Возделывание люцерны и сои в Нижнем Поволжье. - Волгоград. -1983 .-С.124

61. Еричев А.Ф. Поливная соя.//Семеноводство. - М. - 1935. - №4.- С ЛОЗ

62. Енкен В.Б. Соя. М.: Сельхозгиз. - 1959.- 622с.

63. Еременко В.Е. Режим орошения и техника полива хлопчатника. Ташкент: Издательство АН Узб. ССР. -1957.- 34с.

64. Ермакова К.С., Давыдов А.С., Горносталь Р.Г. Влияние оросительных вод на мелиоративное состояние земель на Алейской оросительной системе. Вестник АГАУ №5 (175), 2019г., с. 50-55.

65. Занин Г.В. Геморфология Алтайского края // Природное районирование Алтайского края. – М.: АН СССР, 1958

66. Зайцев Н.И., Бочкарёв Н.И., Зеленцов С.В. Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В.С. Пустовойта, журнал Масленичные культуры, ПЕРСПЕКТИВЫ И НАПРАВЛЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ СОИ В РОССИИ В УСЛОВИЯХ РЕАЛИЗАЦИИ НАЦИОНАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ 2016 год, №2(166)

67. Зеленский Р.Г. Влияние влажности почвы на растения в различные периоды роста. Воронеж. - 1923.- 124с.

68. Зерфус В.М., Щитов А.Г., Асанов А. Эффективность десикантов в посевах рапса и сои в южной лесостепи Западной Сибири.// Агрехимия.-1996.- №7.- С.77-81

69. Зиганшин А.А. Итоги исследований основных звеньев системы земледелия в стационарных опытах Татарской НИИСХ и некоторые вопросы выращивания запрограммированных урожаев.//В кн.: Проблема земледелия в Татарии. - Казань.-1974.-С.88

70. Золотницкий В.А. Соя на Дальнем востоке. Хабаровск. – 1962.- 248 с.
71. Иванов Н.Я., Шаров М.М. Механизация полеводства в США. М.: Колос. - 1973.-355С
72. Игнатенко Ю.Г. Влияние удобрений на урожай и качество зерна сои.//Доклады ГСХА. - 1968. - Вып. 142.- С. 15
73. Казанок А.Ф. Соя и ее урожайность в связи с метеорологическими факторами.//Северокавказский селекционер. - 1932.-С.95
74. Калиберда К.П. Некоторые вопросы агротехники возделывания сои в условиях орошения на Юго-востоке.//Автореферат кандидатской диссертации. - Саратов. - 1967.-25с.
75. Капралов А.С. Удобрение сои на дерново-подзолистых почвах Октябрьского района.//В кн.: Труды Амурской сельскохозяйственной опытной станции. - Благовещенск. - 1968. - т.2. - Вып.2.-С.198
76. Кауричев И.С. Практикум по почвоведению. М. - 1968.- 264с.
77. Качинский Н.А. Физика почв. М. - Высшая школа. - 1970.-340с.
78. Кашеваров Н. И. Возделывание силосных структур / Н. И. Кашеваров; Рос. АН, Сиб. отд-ние, Сиб. НИИ кормов. - Новосибирск : Б. и., 1993. - 268,[1] с. : ил.; 20 см.
79. Кашеваров Н. И. Совершенствование технологий возделывания силосных культур в лесостепи Западной Сибири : диссертация ... доктора сельскохозяйственных наук : 06.01.09. - Новосибирск, 1993. – 436 с.
80. Кизяев Б.М., Райнин В.Е. Особенности мелиоративного земледелия и актуальные проблемы мелиоративной науки.//Мелиорация водных хозяйств.- 1999.-№2.-С.44-46
81. Кирейчева Л.В. Формирование экологически устойчивых мелиорированных агроландшафтов.// Аграрная наука.-1998.-№2.-С. 13-15
82. Киян Г.И., Туганский Р.М. Влияние минеральных удобрений на урожай и качество семян сои.//Зерновые и масличные культуры. - 1969. - №11.-С.66

83. Клетин А.Ф. Растение и свет.//Теория и практика светокультуры растений. - М.: АН СССР. - 1954.-С.37
84. Клыков А.П. Соя может расти в Нечерноземной зоне.//В сб.: Наука - сельскому хозяйству. - М.: Изд. сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов. - 1963.-С. 147
85. Ковалева Г.Т., Небыков А.А. Использование зерен сои в рационе дойных коров.//В сб.: Возделывание люцерны и сои в Нижнем Поволжье. - Волгоград. -1983.-С.186
86. Ковда В.А. Почвенный покров (его происхождение и использование). М.: Наука 1981. – 181 с.
87. Козлова М.Н. Расход воды соей на транспирацию по фазам развития.//В сб.: Научные исследования сельскохозяйственных опытных учреждений. - Владивосток. - 1948. - Вып.1 .-С.30
88. Коломийцев Ф.Б. Трифторалин в посевах сои.//В сб.: Материалы 18-ой научной конференции. - Благовещенск. - 1970.-С.99
89. Константинов А.П. Вопросы теории режимов орошения.//В сб.: Гидрометеорологические основы орошаемого земледелия. - Труды ТГИ. - Л. - 1954. -Вып.45.-С. 131
90. Король Я. Э. Соя: Культура и использование. Гос. изд-во сельхоз. и колхоз. кооп. лит., 1931. – 156 с.
91. Корсаков Н.И. Соя. Дисс. - Л. - 1973.-250с.
92. Корчагина В.А. Сорная растительность и меры борьбы с ней.//В кн.: Труды Дальневосточного НИИСХ. - Хабаровск. - 1968. - Вып.10.-С.202
93. Костяков А.Н. Избранные труды. М.: Сельхозгиз. - 1961. - т. 1,2.-743с.
94. Кружилин, И.П. Мелиорация земель – необходимое условие высокого уровня развития сельскохозяйственного производства / И.П. Кружилин // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2013. - № 1. – С. 16-19.

95. Кружилин И.П. Оптимизация водного режима почвы для получения запланированных урожаев сельскохозяйственных культур в степной и полупустынной зонах Нижнего Поволжья.//Автореферат диссертации д.с.-х. наук. - Волгоград. - 1982.-38с.

96. Кружилин И.П., Малич В.А. Режим орошения сои .//Зерновое хозяйство. - 1976. - №10.-С.43

97. Кружилин И.П., Саенко Н.П. Опыт орошения сои в Сарпинской низменности.//В сб.: Резервы увеличения производства кормов. - Труды Волгоградского СХИ. - Волгоград. - 1974. - т.17.-С.57

98. Кружилин И.П., Сахнова В.И. Эффективность орошения различных сортов сои в Ростовской области.//Труды НИМИ - вопросы орошения. - Новочеркасск. - 1973.-Вып.4.- т.13.-С.97

99. Кудашев И.С. Применение удобрений под сою и клеверину. //Краткие итоги научных работ за 1947-1948 гг. - Краснодар. - 1951.-30с.

100. Кудряшов В.С. Азотные удобрения и микроэлементы для сои.//В сб.: Возделывание люцерны и сои в Нижнем Поволжье. - Волгоград. - 1983.-С. 153

101. Кузин В.Ф., Лисина К.И. и др. Возделывание сои на корм. Новосибирск. - 1975.-49с.

102. Куркаев В.Т., Курдин Д.А. Удобрение сои. Благовещенск. - 1963.-214с.

103. Куркаев В.Т., Курдин Д.А., Казачков Ю.Н. Применение удобрений под сою в Амурской области.//В кн.: Химию - в сельское хозяйство. - Хабаровск. - 1964.-С.235

104. Лебедевский А.И. Поливной режим сои в зависимости от глубины увлажнения. Краснодар. - 1978.-29с.

105. Лещенко А.К. Селекция сои во Всесоюзном институте сои и клеверины.//В сб.: Вопросы селекции и агротехники сои в СССР. - М. - 1953.-С.89

106. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод, Москва, 1984, 448 с.
107. Лысогоров С.Д. Орошаемое земледелие. М.: Колос. - 1969.-455с.
108. Льгов Г.К. Орошение сельскохозяйственных культур в предгорьях центральной части Северного Кавказа. Нальчик. - 1960.-269с.
109. Ляшенко П.Е. Соя при орошении в Заволжье.//Зерновое хозяйство. - 1975. - №7
110. Максименко В.П., Балкизов А.Б., Волчкова Т.Л. Оптимизация режима орошения люцерны на южных черноземах.// Мелиорация и водное хозяйство.- 2000г.-№2.-С.42
111. Малыш К.К. Соя в Амурской области. Благовещенск. - 1951 .-64с.
112. Маслов Б.С., Минаев И.В.,- Губер К.В.Справочник по мелиорации. М.: Росагропромиздат.-1989.-3 84с.
113. Мезенцев Н.С. Метод гидролого-климатических расчетов и опыт его применения для районирования Западно-Сибирской равнины по признакам увлажнения и теплообеспеченности.//Труды Омского СХИ им. С.М. Кирова. - Омск.-1957
114. Мельников Р.М. Оценка эффективности общественно значимых инвестиционных проектов методом анализа издержек и выгод. – М.: Проспект, 2016. – 240 с.
115. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники.//Аграрная наука. - ВНИИЭСХ. - М. - 1998.- 220с.
116. Методика полевых опытов с кормовыми культурами//ВНИИ кормов им. Вильямса В.Р. - М.: Колос. - 1972.-153с.
117. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов. М.: ВАСХНИЛ. - 1989.-41с.
118. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов. М.: Экономика. - 2000.- 2420с.

119. Мечите И.М. Оптимизация использования водных ресурсов в дефицитных по воде бассейнах / И.М. Мечите, М.М. Гершкович // Гидротехника и мелиорация. – 1967. – № 12. – С. 35-44.
120. Мелиорация и водное хозяйство: Справочник 4: Сооружения / [Н. Н. Кременецкий и др.]; Под ред. П. А. Полад-заде. - М. : Агропромиздат, 1987. – 463 с.
121. Мелиорация и водное хозяйство: Справочник: Том 5. Водное хозяйство / под ред. И.И. Бородавченко; Ю.А. Килинский, И. А. Шикломанов, А.Б. Авакян. – М. : Агропромиздат, 1988 . – 399 с. : ил : 1.70.
122. Мишустин Е.Н. Биологическая фиксация атмосферного азота / Е.Н. Мишустин, В.К. Шильникова. – М.: Наука, 1968. – 531 с.
123. Мишустин, Е.Н. Клубеньковые бактерии и инокуляционный процесс / Е.Н. Мишустин, В.К. Шильникова — М.: Наука, 1973. — 289 с.
124. Момот Я.Г. Соя в СССР. М. - Л. - 1930.- 112с.
125. Мякушко Ю.П. Селекция и семеноводство на Северном Кавказе. Дисс. – Л. - 1975.-275С.
126. Ничипорович А.А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев. М.: АН СССР. - 1956.-С1-93
127. Ничипорович А.А. Фотосинтез и деятельность растений в посевах. М.: АН СССР.-1961.-136с.
128. Новак А.Г. Соя на Дальнем Востоке. Владивосток. - 1960.-85с.
129. Новак А.Г. Возделывание сои. М.: Россельхозиздат. - 1964.-104с.
130. Обухов В.М. Урожайность и метеорологические факторы. М.: Госпланиздат. - 1949.-95с.
131. Одум Ю.Г. Основы экологии. М.: Мир. - 1975.-150с.
132. Опытное дело в полеводстве //Сост. Никотенко Г.Ф. - М.: Россельхозиздат. -1982.-190с.

133. Орловский Н.В., Гоппе Г.С., Феско К.Я. и др. Отчет о почвенно-мелиоративных исследованиях, проведенных 1951 году на территории Рубцовского свеклосовхоза: Рукопись. – Барнаул., 1952. – 82 с.
134. Павлова М.С. Практикум по агрометеорологии.- 1974.-214с.
135. Посыпанов Г.С. Биологический азот / Г.С. Посыпанов // Свободное объединение исследователей симбиотической азотфиксации (СОИСАФ). — Калуга, 1992. 85 с.
136. Посыпанов Г.С. Биологические параметры сорта сои для Центрального района Нечерноземной зоны европейской части РСФСР / Г.С. Посыпанов // Изв. Тимирязевской с.-х. академии. — 1984. С.
137. Посыпанов Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха: справоч. пособие / Г.С. Посыпанов. М.: Агропромиздат, 1991. – 299 с.
138. Посыпанов Г.С. Соя / Г.С. Посыпанов // Частная селекция полевых культур: – М.: Агропромиздат, 1990. – 543 с.
139. Пенчуков В.М., Баранов В.Ф., Махонин В.Л. Соя в рисовых севооборотах на Кубани.// Аграрная наука.-1996.-№4.-С. 18-19
140. Петибская В.С. Соя: химический состав и использование. – Майкоп: ОАО Полиграф-ЮГ, 2012
141. Петин Н.С. Вопросы повышения продуктивности растений в орошаемом земледелии. М.: АН СССР. - 1954. - №5.-390с.
142. Погребняк А.П., Гринин В.М. Соя в промежуточных посевах на орошаемых землях Молдовы //В сб.: кормовые культуры на орошаемых землях. Волгоград: НПО «Орошение». - 1991.-С. 167
143. Подобедов А.В. Перспективы производства сои на Кубани.//Аграрная наука.- 1995.-№2.-С.17-18
144. Поздняков В.Г., Посыпанов Г.С. Научно-производственный справочник.//ЦНСХБ РАСХН. - М. - 1999.- 203с.

145. Порожняк В.И. Сорта и агротехника сои в Кабардино-Балкарской АССР.//Бюллетень научно-технической информации по масличным культурам. - Краснодар. - 1980. - Вып. 1.

146. Проблемы экспериментальной агрохимии [Текст] = Problems of experimental agrochemistry : научно-педагогическая агрохимическая школа академика РАСХН Г. П. Гамзикова / Российская акад. с.-х. наук, Сибирское отделение, Новосибирский гос. аграрный ун-т ; [отв. ред. Г. П. Гамзиков]. - Новосибирск : Новосибирский гос. аграрный ун-т, 2013. - 434, [7] с. : ил., портр.; 29см.; ISBN978-5-94477-129-2 Сельское и лесное хозяйство. Сельскохозяйственные и лесохозяйственные науки – Агрохимия

147. Радов А.С., Пустовой И.В., Корольков А.В. Практикум по агрохимии.//Изд. Колос. -М.- 1965 .-375с.

148. Рассказов Л.Н., Осадка и смещения Нурекской плотины по данным натуральных наблюдений / Л.Н. Рассказов, Ё.Х. Ядгоров// Гидротехническое строительство. – 2017. – №2.

149. Ревут И.Б. Физика почв.//Изд. Колос. - Л. - 1964.-316с.

150. Роде А.А. Методы изучения водного режима почв. М.: изд. АН СССР. - 1960.-244с.

151. Руднева Л.В. Пути повышения эффективности и экологической безопасности орошения в Калмыкии// Мелиорация и водное хозяйство.-200г.- №2.-С.42

152. Савицкий М.С. Новые перспективные сорта озимой и яровой пшеницы.//Селекция и семеноводство. - 1939. - №8.-С.25

153. Саенко Н.Г. Эффективность орошения различных сортов сои в условиях Сарпинской низменности Калмыцкой АССР //Сибирское отделение ВАСХНИЛ. Научно-технический бюллетень. - Новосибирск. - 1976. - Вып.3,4

154. Салтанов М.Д. Минеральное питание сои и диагностика потребности ее в удобрениях в Амурской области. Дисс. - Благовещенск. - 1971.-230с.

155. Сергеева Л.Е., Труханов В.А. Получение клеточных линий растений табака и сои, устойчивых к вольфраму.//Физиология и биохимия культурных растений.-1997.-Т.29.-№1.-С.51-55
156. Синягин И.И. Площади питания растений. М.: Россельхозиздат. - 1966.-55с.
157. Сказкин Ф.Д. Критический период у растений по отношению к недостатку воды в почве.-134с.
158. Снеговой П.С. Эффективность орошения и диагностика поливов сои на юге УССР. Автореферат кандидатской диссертации. - Одесса. - 1967.-30с.
159. Соколов М.С., Половань А.М. Гербициды в борьбе с сорняками зернобобовых культур.//Сельское хозяйство за рубежом. - 1969. - №1.-С.24
160. Соя. Биология и технология возделывания : [монография] / [В.М. Лукомец и др.] ; Гос. науч. учреждение Всерос. науч.-исслед. ин-т маслич. культур им. В.С. Пустовойта, Фонд имени А.Т. Болотова, под ред. В.Ф. Баранова, В.М. Лукомца. - Краснодар, 2005 (ФГУП Советская Кубань). - 433 с.
161. Соя. Большая российская энциклопедия: [в 35 т.] гл. ред. Ю. С. Осипов. – М.: Большая российская энциклопедия, 2004. –2017
162. Соя на Дальнем Востоке / В. А. Золотницкий, канд. с.-х. наук; Под ред. канд. с.-х. наук Е. А. Старостина. – Хабаровск: Кн. изд-во, 1962.- 248 с., 1 л. карт.: ил.; 21 см
163. Соя в Хабаровском крае / В.А. Золотницкий, канд. с.-х. наук лауреат Сталинской премии. – Хабаровск: Дальневост. гос. изд., 1951. — 78 с: ил.; 17 см.
164. Соя. Под ред. Енкена В.Б. Пер. с английского. М.: Колос. - 1970.-250с.
165. Степанов В.Н. Отношения сельскохозяйственных растений полевой культуры к термическому фактору среды. М. - 1950.-91с.
166. Тильба В.А. О взаимоотношении олигонитрофильных бактерий и азотобактерий с растениями сои.//8-ая конференция молодых ученых Дальнего Востока. – Владивосток. - 1965.-С.23

167. Тильба В.А., Бегун С.А. Опыт применения азота под сою.//Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. - 1974. - №6.-С. 12
168. Тучапский Р.И. Влияние минеральных удобрений и азота на урожай и качество зерна сои в условиях западной лесостепи СССР. Автореферат кандидатской диссертации. - Дубляны. - 1970.-27с.
169. Уклеин А.И. Опыт выращивания сои в условиях орошаемого земледелия. - 1961.-121с.
170. Улитин Н.П. Трехстрочный способ посева сои.//Информационный листок. - 1970. - №226.-2с.
171. Устюжанин А.П. Отраслевая программа Российского Соевого Союза «Развитие производства и переработки сои в Российской Федерации на 2015-2020 годы», которая утверждена Минсельхозом РФ.
172. Устюжанин А.П. «Программа развития производства и глубокой переработки сои в Российской Федерации на период 2003-2010 гг.», которая была утверждена коллегией Министерства сельского хозяйства России, как целевая отраслевая Программа «Соя России».
173. Феско К.Я. Орошение сельскохозяйственных культур на Алтае / К.Я. Феско и др. – Барнаул: Алт. кр. изд-во. 1984. – 96с.
174. Филимонова Л.Н., Посыпанов Г.С. Потребление азота, фосфора и калия соей в онтогенез при питании минеральным и фиксированным азотом.//Известия ГСХА. - 1970.- Вып.2.-С. 101
175. Хван А.В. Влияние молибдена на продуктивность сои в условиях избыточного увлажнения почвы.//В кн.: проблемы сельского хозяйства Приамурья. - Благовещенск. - 1969.-С.24
176. Храмцов И.Ф. Сорты сельскохозяйственных культур селекции ФГБНУ «Омский АНЦ»

177. Цветкова М.А. Приемы возделывания орошаемой сои в северо-восточной зоне Краснодарского края.//Бюллетень научно-технической информации по масличным культурам. - Краснодар. - 1989. - Вып.1 -С.20
178. Черноголовин В.П., Золотницкий В.А. Возделывание и сорта сои на Дальнем Востоке СССР. Хабаровск. - 1945.-45с.
179. Чернышова С.В. Характеристика засухоустойчивости зернобобовых культур на ранних этапах развития.//Первый международный симпозиум «Новые нетрадиционные растения и перспективы их практического использования».- 1995.-С.417-419
180. Чураков Д. С. Ресурсы поверхностных вод р. Алей и особенности его стока в связи с хозяйственным освоением. Тезисы докладов конференции // Развитие водного хозяйства и охрана окружающей среды в бассейне реки Алей. Барнаул, 1979. - С.78
181. Шабаев В.П., Смолин В.Ю. Влияние локального способа применения аммонийного азота на симбиотическую азотофиксацию и урожай сои.// Доклад РАСХН.-1995.-№4.-С. 18-20
182. Шабаев В.П., Смолин В.Ю, Мудрик В.А. CO₂ - газообмен растений сои и симбиотическая азотофиксация при двойной инокуляции клубеньковыми бактериями с ризосферными псевдомонадами или эндомикоризными грибами.// Изд.: АН РАН.-1995.-№6.-С.745-749
183. Шавша Н.А., Пушкин Н.А. Влияние некорневых подкормок на урожай семян сои СибНИИК -315.//Селекция с.х. культур на адаптивность семеноводства в Сибири. -Новосибирск.-1995.-С.102-103
184. Шульгин В.Н. Опыт выращивания сои в Липецкой области // Агрэкологические проблемы применения средств химизации в земледелии ЦЧЗ. Воронеж.-1995.-С. 145-149

185. Шумаков Б.Б. Изучение водопотребления сельскохозяйственных культур – основа проектирования режима орошения.// В кн.: Биологические основы орошаемого земледелия. - М.: изд. АН СССР. - 1958.-С.33
186. Щедрин В.Н. Стратегия инновационного развития мелиоративного комплекса России на период 2012–2020 гг. / В. Н. Щедрин [и др.]; РосНИИПМ. – М., 2011. – 48 с. – Деп. в ВИНТИ РАН 19.07.2011, № 3. – С. 45.
187. Щедрин В.Н., Сенчуков Г.А., Гостищев В.Д.. О направлениях развития мелиорации и ее роли в обеспечении безопасности России // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2013, N4(12). С. 1-14.
188. Экологические проблемы химизации сельского хозяйства: Тез. конф. / [Редкол.: Г. П. Гамзиков (отв. ред.) и др.]. - Барнаул : Алт. СХИ, 1990. -113с.;20 см.В надзаг.: Алт. краев. правл. Всесоюз. агропром. НТО, Зап.-Сиб. фил. ВНИПТИхим, Алт. НИИ земледелия и селекции, Алт. с.-х. ин-т, Алт. отд-ние Всесоюз. о-ва почвоведов Сельское хозяйство - Химизация - Влияние на окружающую среду
189. Alexander Davydov, Ksenia Ermakova, and Roman Gornostal, (2019), “Efficiency of Cultivating Corn for Grain under Irrigation in the Prialeyskaya Steppe” in International scientific and practical conference “AgroSMART – Smart solutions for agriculture”, KnE Live Sciences, Page 1222-1231. DOI 10.18502/cls.v4i12.5720
190. Byrne G.F., Tognetti K. Simulation of pasture environmental interaction.// Agris. Meteor., 1963. №3
191. Chang C.S., Huang B.K. plant growth simulation based on net carbon dioxide consumption. //Trans. ASAF, 1973. Vol. 16, №4
192. Chartier Ph. Stude theorique de la photosyntese globale de la feuille// G.R. Acad. Sci., 1966
193. Chen L.N. Huang B.K., Splinter W.E. Developing a physical-chemical model for a plant growth system. //Trans. ASAF, 1969. Vol. 12

194. Curry R.B. Dynamic stimulation of plant growth. J. Development of a model// Trans. ASAF, 1971. Vol. 14, №5
195. Hanway I.I., Weber C.R. Accumulation of N, P and K by soybean (*Glycine max merrill*) plats, "Agronomy J", 1971. - №3
196. Merson G.M.D. System theory and biology. //Springer-Verage, 1968
197. Monsi M., Saecki I. Über den Lichtfaktor in den Pflanzengesellschaften und seine Bedeutung für die Stoffproduktion// Jap. J. Botany, 1953. Vol. 14 №1
198. Piper C.V. and Vorse WJ. The soybean. New-York, 1923
199. Roman Gornostal, (2019), "The Effect of Prolonged Irrigation on Soil-amelioration State of the Aley River Steppe in Altai Krai" in International scientific and practical conference "AgroSMART – Smart solutions for agriculture", KnE Live Sciences, Pages 347-361. Lemon E.R. e.a. The soil atmosphere model and some of its predictions // Agris. Meteor., 1974. Vol. 14DOI 10.18502/kl.v4i14.621

ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица - Дефицит водного баланса

Показатели	Год	Месяцы вегетации														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
Сумма осадков, мм	2016	8	31	11	10	1	0	12	4	1	17	3	1	1	2	0
	2017	15	14	14	22	19	16	22	21	16	19	8	7	5	5	6
	2018	5	10	0	15	6	10	16	8	12	17	5	14	6	8	15
	ср. мн.	16	10	13	13	16	15	18	16	15	15	12	14	13	7	12
Средняя температура воздуха, °С	2016	13	16,8	17,0	17,7	18,5	20,8	20,5	19,4	21,0	17,6	20,5	20,4	16,8	13,6	10,1
	2017	12,1	13,7	12,6	16,9	20,5	21,1	20,9	22,5	23,5	20,2	21,6	21,5	14,3	10,1	8,6
	2018	14,9	15,8	17,9	15,8	18,0	18,7	21,7	23,3	24,0	20,9	19,7	18,5	14,9	11,8	9,0
	ср. мн.	10,1	12,0	14,8	15,9	18,3	20,4	19,7	21,0	20,2	19,3	18,1	16,3	15,4	10,2	9,5
2. Сумма среднедекадных температур воздуха (Σt), °С	2016	130	168	187	177	185	208	205	194	231	176	205	224	168	136	101
	2017	121	137	139	169	205	211	209	225	259	202	216	237	143	101	86
	2018	149	158	197	158	180	187	217	233	264	209	197	204	149	118	90
	ср. мн.	101	120	163	159	183	204	197	210	222	193	181	179	154	102	95
Поправка на длину светового дня		1,25	1,31	1,34	1,37	1,39	1,39	1,37	1,36	1,32	1,28	1,23	1,17	1,09	1,06	1,01
Сумма температур с поправкой на длину светового дня, °С	2016	162,5	220,08	250,58	242,49	257,15	289,12	280,85	263,84	304,92	225,28	252,15	262,55	183,12	144,16	102,01
	2017	151,25	179,47	185,72	231,53	284,95	293,29	286,33	306,00	341,22	258,56	265,68	276,71	155,87	107,06	86,86
	2018	186,25	206,98	263,85	216,46	250,20	259,93	297,29	316,88	348,48	267,52	242,31	238,10	162,41	125,08	90,90
	ср. мн.	126,25	157,20	218,15	217,83	254,37	283,56	269,89	285,60	293,30	247,04	222,63	209,78	167,86	108,12	95,95
Сумма температур с поправкой на длину светового дня, °С нарастающим итогом	2016	162,5	382,58	633,16	875,65	1132,80	1421,92	1702,77	1966,61	2271,53	2496,81	2748,96	3011,51	3194,63	3338,79	3440,80
	2017	151,25	330,72	516,44	747,97	1032,92	1326,21	1612,54	1918,54	2259,76	2518,32	2784,00	3060,71	3216,58	3323,64	3410,50
	2018	186,25	393,23	657,08	873,54	1123,74	1383,67	1680,96	1997,84	2346,32	2613,84	2856,15	3094,24	3256,65	3381,73	3472,63
	ср. мн.	126,25	283,45	501,60	719,43	973,80	1257,36	1527,25	1812,85	2106,16	2353,20	2575,83	2785,61	2953,47	3061,59	3157,54
Биоклиматический коэффициент		0,2	0,26	0,38	0,50	0,57	0,64	0,44	0,32	0,26	0,23	0,21	0,18	0,15	0,14	0,13

Продолжение таблицы

Показатели	Год	Месяцы вегетации														
Среднедекадный дефицит влажности воздуха (d), мб	2016	8,7	9,60	11,40	10,80	13,80	15,00	12,60	14,20	14,90	10,10	12,30	14,50	10,20	8,30	7,60
	2017	5,6	8,20	10,80	9,80	10,40	11,90	10,90	13,20	13,70	12,60	14,70	15,90	8,60	7,40	5,60
	2018	11,7	10,80	12,60	8,80	11,00	8,10	12,50	14,30	13,10	11,20	13,70	10,80	7,80	6,10	5,30
	ср. мн.	7,9	7,50	8,60	9,60	10,80	10,50	10,40	10,10	10,60	9,80	8,50	8,10	7,20	6,50	5,20
Сумма среднедекад. дефицитов влажности воздуха (Σd), мб	2016	87	96	125	108	138	150	126	142	164	101	123	160	102	83	76
	2017	56	82	119	98	104	119	109	132	151	126	147	175	86	74	56
	2018	117	108	139	88	110	81	125	143	144	112	137	119	78	61	53
	ср. мн.	79	75	95	96	108	105	104	101	117	98	85	89	72	65	52
Суммарное водопотребление, мм	2016	17	25	48	54	79	96	55	45	43	23	26	29	15	12	10
	2017	11	21	45	49	59	76	48	42	39	29	31	31	13	10	7
	2018	23	28	53	44	63	52	55	46	37	26	29	21	12	9	7
	ср. мн.	16	20	36	48	62	67	46	32	30	23	18	16	11	9	7
Среднедекадный дефицит водного баланса, мм	2016	9	-6	37	44	78	96	43	41	42	6	23	28	14	10	10
	2017	-4	7	31	28	41	60	26	22	23	10	23	25	8	5	1
	2018	18	18	53	29	57	42	39	38	25	9	24	7	6	1	-8
	ср. мн.	0	10	23	35	46	52	28	16	15	8	6	2	-2	2	-5
Дефицит водного баланса нарастающим итогом (ΣW), мм	2016	9	3	40	84	161	257	301	342	384	390	413	441	455	465	475
	2017	-4	3	35	62	103	163	190	211	234	245	268	293	301	306	307
	2018	18	36	89	118	174	216	255	293	319	327	351	358	364	365	357
	ср. мн.	0	10	45	93	155	222	268	300	331	353	371	387	398	407	414

СОГЛАСОВАНО:
Начальник главного управления
МЧС России по Алтайскому краю,
полковник внутренней службы

И.Н. Лисин

2015 г.

« 11 » марта

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. директора ФГБУ
«Управление
«Алтаймелиоводхоз»

Г.В. Шабалин

2015 г.

Заместитель руководителя
Верхне-Обского БВУ

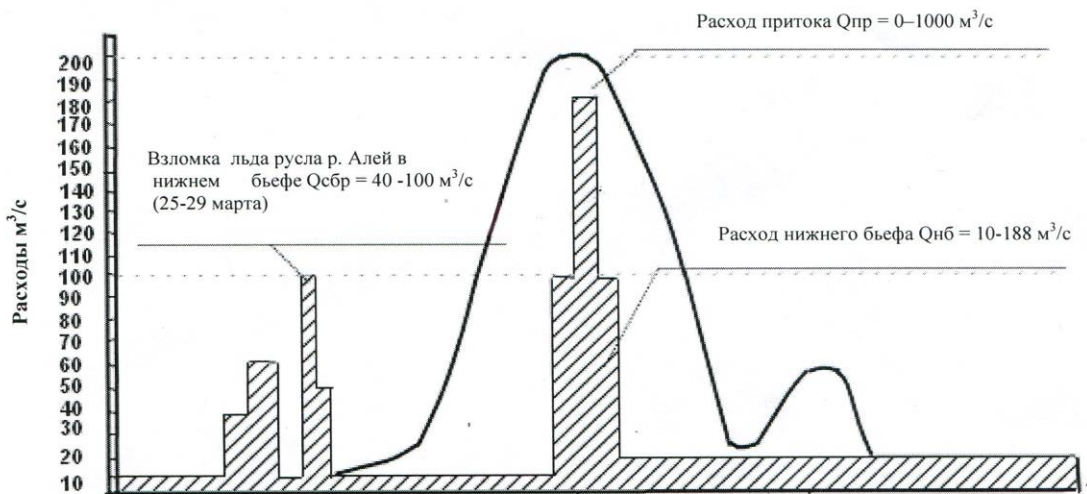
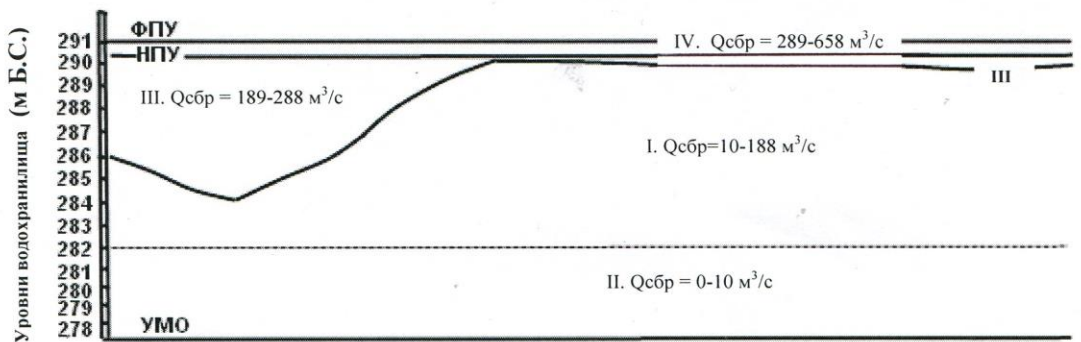
В.И. Кормаков

2015 г.

« 11 » марта

ГРАФИК

пропуска весенних паводковых вод через Гилевский гидроузел на р. Алей
в 2015 году



Год	2015			
Месяц	III	IV	V	VI
Расход попусков м³/с	10-100	10-100	188-20	20
Объем попусков млн м³	87	77	80	52

I - Зона гарантированного режима
II - Зона ограничения

III - Зона повышенных отдач
IV - Зона максимальных сбросов

Примечание: в зависимости от складывающейся гидрологической обстановки график может корректироваться по срокам и объемам попусков.

Начальник отдела ЭМС

С. Я. Брякотнин

Исп: Саенко А.В.
8 385 862-24-10

Рисунок. График пропуска весенних паводковых вод

СОГЛАСОВАНО:
Начальник главного управления
МЧС России по Алтайскому краю,
полковник внутренней службы

И.Н. Лисин
« 11 » *Апрель* 2015 г.

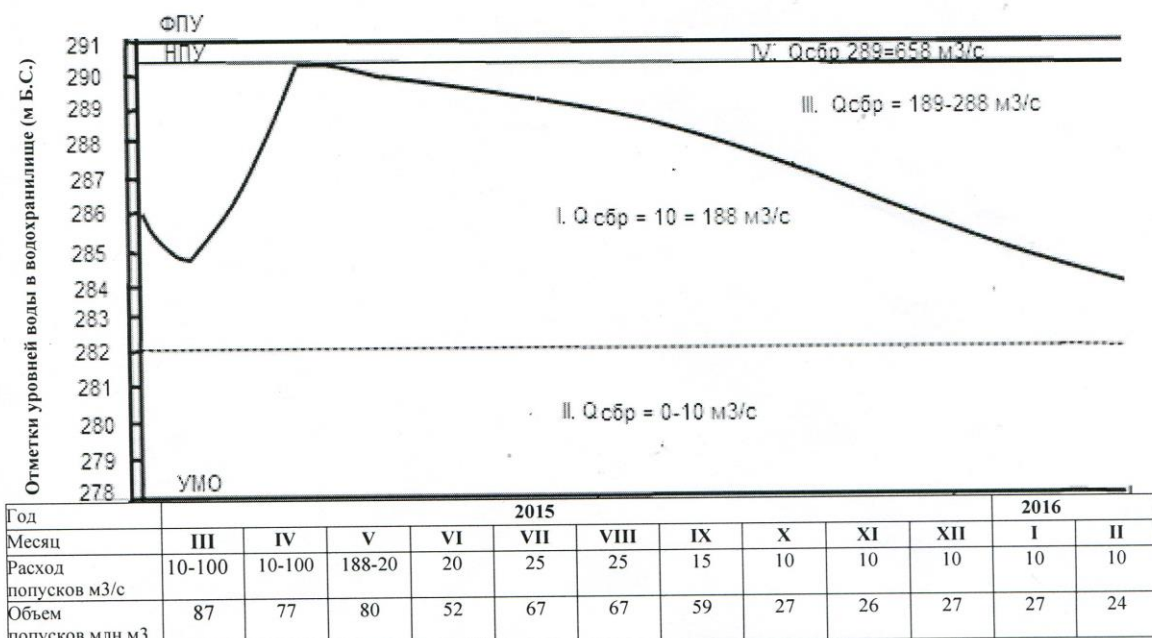
Заместитель руководителя
Верхне-Обского БВУ

В.И. Кормаков
« 11 » *Апрель* 2015 г.

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. директора ФГБУ
«Управление
«Алтаймелиоводхоз»

Г.В. Шабалин
« 11 » *Апрель* 2015 г.

ДИСПЕТЧЕРСКИЙ ГРАФИК
работы Гилевского водохранилища в 2015-2016 гг.



Объем попусков 600 млн. м³. Требуемое водопотребление 73 млн. м³.

- I - зона гарантированного режима
- II - зона ограничения
- III - зона повышенной отдачи
- IV - зона максимальных сбросов
- линия ограничения

Примечание: среднесуточный режим уровней и сбросов регулируется службой эксплуатации гидроузла по заявкам на воду, с учетом фактически складывающихся гидрометеорологических условий.

Начальник отдела ЭМС

С.Я. Брякотнин

Исп: Саенко А.В.
8 385 862-24-10

Рисунок. Диспетчерский график

Таблица - Динамика солевого режима на орошаемых землях в 2000-2015 гг.

№ ДП	Горизонт	сумма солей, % по годам				SAS		
		2000	2005	2010	2015	2016/00	2016/05	2016/10
	100-200	0,39	0,28	0,29	0,32	0,83	1,13	1,12
48	0-100	0,35	0,84	0,42	0,11	0,32	0,13	0,26
	100-200	0,31	0,44	0,30	0,11	0,37	0,26	0,38
36	0-100	0,14	0,15	0,16	0,16	1,14	1,05	0,99
	100-200	0,12	0,12	0,12	0,10	0,81	0,85	0,80

Таблица - Мелиоративное состояние орошаемых земель

Орошаемые земли	Год	Площадь, тыс. га	Мелиоративное состояние орошаемых земель								
			Хорошее		Удовлетворительное		Неудовлетворительное				
			тыс. га	%	тыс. га	%	Всего		В т.ч. по причинам		
							тыс. га		недоп. УГВ	недоп. степень засол.	%
Алейская оросительная система	2015	9,5	4,7	50,0	1,8	19,3	2,9	30,7	1,8	0,6	0,5
	2016	9,5	3,7	38,6	1,0	10,4	4,8	50,9	3,7	0,3	0,9
	изм	0,0	-1,1		-0,8		+1,9		+1,9	-0,3	+0,3
Внутрихозяйственные орошаемые участки, контролируемые Рубцовским филиалом	2015	7,5	6,8	90,2	0,5	6,7	0,2	3,1	0,2		
	2016	7,5	6,8	90,6	0,5	6,3	0,2	3,1	0,2		
	изм	0,0	0,0		0,0		0,0		0,0		

Таблица - Качественная оценка оросительной и дренажной воды, по данным отбора 2016 года

№ п./п.	Место отбора пробы воды: район, хозяйство	Данные химического анализа воды в мг-экв/л, оценочные показатели										Результаты оценки качества воды		
		Концентрация, г/л	CO ₃ ²⁻ +HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻ /SO ₄ ²⁺	Ca ²⁺ +Mg ²⁺	Na ⁺	Na ⁺ +Ca ²⁺ +Mg ²⁺	Na ⁺ x 100 (Na ⁺ +Ca ²⁺ +Mg ²⁺)	CO ₃ ²⁻ +HCO ₃ ⁻ - Ca ²⁺ -Mg ²⁺	По степени опасности осолонцевания почв (по Сойфер С.Я.)	По степени опасности засоления почв	
													Содовое засоление (по Вилькоксу)	Общее засоление (по Сойфер)
1	Головной водозабор на р. Алей 1	0,380	3,00	0,80	1,39	0,58	3,60	1,59	5,19	30,64	-0,60	I	I	II
2	Сбросная дрена совхоз "Никольский" Т14	0,961	7,00	5,80	1,72	3,37	12,40	2,12	14,52	14,60	-5,40	II	I	IV ₃
3	ГК-4 после трубы Т15	1,119	5,60	4,20	6,29	0,67	7,60	8,49	16,09	52,77	-2,00	III ₁₀	I	III ₄
4	р. Алей после сброса ГК-4 Т16	0,455	3,80	1,00	1,37	0,73	3,60	2,57	6,17	41,65	0,20	I	I	II
5	Концевой сброс ПВМК в р. Алей Т25	0,724	6,00	1,40	2,31	0,61	4,80	4,91	9,71	50,57	1,20	I	I	II
6	р. Пospelиха после сброса оросительной воды Т26	0,962	6,00	3,40	4,32	0,79	7,40	6,32	13,72	46,06	-1,40	II	I	III ₃
7	оз. Большие Ракиты Рубцовского р-на Т28	0,681	5,00	2,00	2,52	0,79	4,60	4,92	9,52	51,68	0,40	II	I	III ₃
8	р. Алей до ГК-4 Т30	0,426	3,40	1,20	1,23	0,98	3,60	2,23	5,83	38,25	-0,20	I	I	III ₄
9	р. Алей после впадения р. Пospelиха Т31	0,413	3,00	1,00	1,23	0,81	7,45	1,23	5,23	23,52	-4,45	I	I	II
10	оз. Горькое Рубцовского района Т 27	1,294	5,20	7,80	6,41	1,22	6,20	13,21	19,41	68,06	-1,00	IV ₂	I	IV ₃

ПРИМЕЧАНИЕ: группировка оросительных вод

	Классы воды	Группы воды	Мероприятия по улучшению качества воды
I	Вполне пригодна для всех культур и типов почв		
II	Пригодна для большинства культур и типов почв		
III	Ограниченно пригодна, пригодна для орошения на песках, легких и средних дренированных почвах, для культур средней и сильной солеустойчивости	III ₁₋₂₋₂₋₄₋₅	Разбавление, опреснение
		III ₆₋₇	Химическая мелиорация
		III ₈₋₉₋₁₀₋₁₁₋₁₂	Разбавление, опреснение, химическая мелиорация
IV	Условно пригодна, пригодна на песках для культур средней и сильной солеустойчивости	IV ₁	Химическая мелиорация
V	Не пригодна	IV ₂₋₃₋₄	Разбавление, опреснение, химическая мелиорация



Рис. 1 – Посев сои



Рис. 2 – Полив сои



Рис. 3 – Уборка сои



Рис. 4 – Полученный урожай сои