

На правах рукописи

ШАБАЛДАС ОЛЬГА ГЕОРГИЕВНА

**АГРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ
АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ПОВЫШЕНИЯ
ПРОДУКТИВНОСТИ СОИ В УСЛОВИЯХ
ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ**

специальность 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
доктора сельскохозяйственных наук

Ставрополь, 2023

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Ставропольский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО СтГАУ)

- Научный консультант:** **Пимонов Константин Игоревич** – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры растениеводства и садоводства ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»
- Официальные оппоненты:** **Балакай Георгий Трифионович** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник отдела сельскохозяйственных мелиораций, заместитель директора по науке в области мелиорации земель ФГБНУ «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»
- Головина Екатерина Владиславовна** – доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, зав. группы физиологии и биохимии селекционно-семеноводческого центра сои ФГБНУ «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур»
- Абаев Алан Анзорович** – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет»
- Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет им. В. Я. Горина»

Защита диссертации состоится 22 декабря 2023 г. в 10:00 на заседании диссертационного совета 35.2.036.01 при ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» по адресу: 355017, Ставропольский край, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, д. 12, аудитория №1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» <http://www.stgau.ru>.

Автореферат разослан «___»_____2023 г. и размещен на сайте ВАК Министерства науки и высшего образования РФ: <http://vak.minobrnauki.gov.ru> и на сайте ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ: <http://www.stgau.ru>.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Безгина Юлия Александровна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В связи со сложившейся экономической обстановкой приобретение технологического суверенитета в Российской Федерации является актуальным и значимым. Независимость от импортной продукции диктует новые условия развития и совершенствования технологических процессов, используемых в сельском хозяйстве. В мировом сообществе просматривается тенденция к желанию удовлетворить потребность в дефиците белка за счёт протеина, получаемого при переработке растительного сырья. Соя, возделываемая для получения семян, позволит отчасти решить проблему продовольственной безопасности Российской Федерации, так как при соблюдении технологических операций во время выращивания способна накапливать растительный белок и жир в достаточном количестве для использования в продовольственных и кормовых целях.

Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) – пластичная культура из семейства бобовых. Из семян получают «соевое молоко», пригодное для производства сыра, растительный продукт «соевое мясо», биотопливо, концентрированные корма, содержащие незаменимые аминокислоты, грубые корма и прочее (Петибская В.С., 2006). Увеличение валового сбора семян сои в настоящее время осуществляется за счёт увеличения посевных площадей. Задача сельхозтоваропроизводителей – повышение продуктивности пашни, занятой под соей. Российским аграриям есть к чему стремиться, достичь успехов стран – лидеров по урожайности, которая составляет 2,6 т/га, тогда как средняя урожайность по стране в 2021 г. составляла 1,57 т/га. Проведенные комплексные исследования направлены на формирование устойчивых агроценозов с учетом контрастности, нестабильности экологических условий, посвящены вопросам совершенствования элементов технологии выращивания сои, что обеспечит в условиях Центрального Предкавказья стабильный урожай семян сои высокого качества.

Степень разработанности темы. Результаты исследований по совершенствованию технологии возделывания сои в условиях Юга России изложены в научных трудах: А.У. Каппушевым (1996), Н.В. Медяниковым (1981), С.В. Груздовым (1987), Н.А. Бушневой (2007), А.В. Гофман (2007), А.А. Абаевым (2002; 2004; 2015), Е.В. Агафоновым (2014), О.М. Агафоновым (2014; 2015; 2018; 2020), Г.Т. Балакай (2000; 2003; 2008; 2010; 2019), В.Ф. Барановым (2002; 2005; 2007; 2009; 2010), В.В. Бородычевым (2006; 2010; 2015; 2019), В.Б. Енкеным (1959), С.В. Зеленцовым (2006; 2008), В.М. Лукомец (2012; 2013; 2015), В.М. Пенчуковым (1984) и другими исследователями.

Влияние абиотических и антропогенных факторов и агротехнических приемов на рост, развитие, фотосинтетическую деятельность, продуктивность и качество семян сои в условиях Центрального Предкавказья, на наш взгляд, изучено не полностью.

Цель исследований. Дать агробиологическое и агротехнологическое обоснование целесообразности возделывания сои в почвенно-климатических

условиях Центрального Предкавказья за счёт использования районированных сортов, относящихся к различным группам спелости, оптимизации минерального питания за счёт внесения минеральных удобрений и биопрепаратов, увеличения продуктивности за счёт введения культуры в орошаемый севооборот, использования современных средств защиты от сорной растительности и болезней в условиях орошения.

Задачи исследований:

- дать оценку биологических особенностей роста и развития культуры, выращиваемой в почвенно-климатических условиях Центрального Предкавказья, и их влияния на формирование урожая сортов сои, отличающихся продолжительностью периода вегетации от всходов до созревания;
- разработать систему питания сои за счет применения минеральных удобрений и Ризоторфина в условиях орошения;
- провести подбор эффективных биопрепаратов, стимулирующих симбиотическую азотфиксацию;
- определить влияние сорта, почвенно-климатических условий, минеральных удобрений и биопрепаратов на продуктивность посевов;
- с учётом видового разнообразия оценить эффективность применения химических средств защиты от сорно-полевой растительности и болезней на продуктивность семян сои;
- рассмотреть возможность повышения продуктивности пашни за счёт изучаемых элементов агротехнологии при орошении и в неорошаемых условиях;
- дать оценку экономической эффективности применения рекомендуемых агротехнических приемов.

Научная новизна. На основании анализа материала, собранного в течение 13 лет исследований, проводимых в почвенно-климатических условиях Центрального Предкавказья на богаре и на орошаемом участке, впервые дано теоретическое и экспериментальное обоснование агробиологических и агротехнических приемов повышения продуктивности семян сои. Изучены продукционные процессы, влияющие на формирование элементов структуры урожая сои, качество семян, фотосинтетическую продуктивность, динамику нарастания вегетативной массы и формирования генеративных органов у сои, с учётом продолжительности вегетационного периода конкретного сорта и используемых элементов технологии ее выращивания. Установлено влияние группы спелости сорта, системы удобрения, интегрированной системы защиты растений от сорно-полевой растительности и болезней на продуктивность и качество семян сои. Дана экономическая оценка технологических приёмов выращивания сои на семена, используемые для производства белка и растительного жира.

Теоретическая и практическая значимость работы:

- теоретическое обоснование и практическое подтверждение эффективности возделывания районированных сортов сои, различающихся по

продолжительности вегетационного периода и относящихся к разным группам спелости, возделываемым в условиях Центрального Предкавказья;

- критерии оценки влияния абиотических факторов на морфологические и биологические особенности роста, развития и продукционные характеристики сои различных групп спелости;

- закономерности осуществления фотосинтетической деятельности при формировании урожая семян сои при выращивании современных сортов;

- адаптивная сортовая агротехника в неорошаемых условиях и на орошении в Центральном Предкавказье: подбор сортов, пищевой режим и экономически эффективная система защиты растений сои от сорно-полевой растительности и болезней;

- экономическое обоснование рекомендуемых технологий возделывания сои в условиях Центрального Предкавказья.

На основании проведенного анализа корреляционно-регрессионной зависимости урожайности сортов различных групп спелости от климатических условий подобраны районированные и новые перспективные сорта сои для условий выращивания без применения полива и на орошении. Теоретически и практически обоснованы эколого-агрохимические факторы минерального питания: дозы удобрений и биологического азота за счет присутствия аборигенных штаммов бактерий и обработки семян бактериальными препаратами, что обеспечивает полноценное питание растений и является основой получения стабильного урожая семян сои высокого качества.

Доказана высокая эффективность обработки семян бактериальными препаратами совместно с пленкообразователем отечественного производства, производимого ВНИИ микробиологии, на основании полученных материалов подготовлены рекомендации по оптимизации питания сои за счет повышения симбиотической азотфиксации.

Выявлены существенные различия в продукционном процессе: формировании площади листовой поверхности, фотосинтетического потенциала и чистой продуктивности посевов сои в зависимости от сортовых особенностей и оптимизации минерального питания на черноземах: выщелоченном и обыкновенном.

Испытаны новые гербициды и схемы их применения, установлена биологическая эффективность гербицидов почвенного действия и применяемых по вегетации по отношению к сорной растительности. Определен видовой состав возбудителей болезней сои и проведена сравнительная оценка биологической эффективности защитных схем, включающих протравители семян и фунгициды по вегетации растений.

Предлагаемые элементы технологии при выращивании сои на черноземах: выщелоченном и обыкновенном, – обоснованы экономической рентабельностью их применения и позволяют получать урожайность семян сои от 2,0 до 3,5 т/га со сбором растительного белка от 0,533 до 1,178 кг/ га.

Результаты исследований и опыт освоения технологии возделывания сои были использованы в производственных условиях ООО «Гибрид» г. Армавир

(2017), ООО «ВНИИМК-Армавир» (2017) и ООО «Агросахар» (2019). Проведена экономическая оценка возделывания перспективных сортов сои в зависимости от изучаемых факторов. Основные результаты исследований внедрены на площади 295 га.

Методология и методы исследований базировались на анализе обзора научных литературных источников по теме исследований, обосновании закладки полевых опытов и лабораторных исследований, учётов и наблюдений, а также математической обработке полученного цифрового материала, оформлении научных публикаций, презентаций и докладов. Исследования осуществлялись в соответствии с разработанными ранее и описанными методиками и утверждёнными ГОСТами.

Положения, выносимые на защиту:

1. Биологические особенности и закономерности, выявленные при накоплении органического вещества растениями сои, с учётом почвенно-климатических условий, эффективности ФАР, сортовых особенностей, а также эффективности использования применяемых элементов агротехнологий.

2. Минеральные удобрения и биопрепарат, используемые для оптимизации минерального питания, влияют на физиологические процессы, протекающие во время вегетации культуры, а также обеспечение продуктивности посева на орошении.

3. Эффективность биопрепаратов, стимулирующих симбиотическую азотфиксацию.

4. Биологическая эффективность применения гербицидов и фунгицидов в борьбе с сорно-полевой растительностью и возбудителями болезней при орошении.

5. Комплекс факторов, влияющих на образование растительных белка и жира в семенах сои, с учётом сортовых особенностей и экологического фактора.

6. Оценка экономической эффективности применения агротехнических приёмов при возделывании сои в неорошаемых условиях и на орошении.

Степень достоверности результатов исследований подтверждается экспериментальными данными, полученными в многолетних полевых опытах и лабораторных анализах с использованием методов корреляционной и дисперсионной обработки результатов исследований, и положительным эффектом внедрения в производство.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы изложены на международных научно-практических конференциях и симпозиумах по проблеме интенсификации производства зерна сои, (Ставрополь, 2005–2021 гг.); Симферополь – 2018 г.: Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки: материалы III Международной научной конференции; Наука о земле и экологии; Красноярск: III Международная научная конференция: AGRITECH-III – 2020 г.: Агробизнес, экологическая инженерия и биотехнологии. Красноярская мэрия науки и технологий Союза научных и инженерных обществ России, 2020 г.; Ульяновск,

2021: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 110-летию основания Ульяновского НИИСХ и присвоению институту имени академика Н.С. Немцева; Новосибирск – 2021 г.: «Теория и практика современной аграрной науки»: Новосибирский государственный аграрный университет. «Инновационные направления аграрной науки на современном этапе»; Донской ГАУ – 2021 г.: Сборник научных трудов «Современные наукоемкие технологии – основа модернизации агропромышленного комплекса; Казань –2021: Материалы международной научно-практической конференции, пос. Персиановский. Казань, 2021: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ – «Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях».

Публикации. Всего по теме диссертации опубликована 47 научных работ, в том числе 18 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, и в ведущих научных журналах, 3 – в издании, индексируемом Web of Science и Scopus. По результатам исследований получен 1 патент.

Личный вклад автора. Соискателем обобщены теоретические материалы, связанные с проблемами выбранного научного изыскания, с учетом поставленных задач и целей проведены полевые и лабораторные исследования, с использованием современных методологических подходов в проведении опытов, проанализированы полученные собственные многолетние результаты исследований с 2008 по 2020 г. Заключение и предложения производству были апробированы на практике и рекомендованы в производство.

Объём и структура работы. Диссертация изложена на 266 страницах компьютерного текста, иллюстрирована 43 таблицами и 73 графиками и рисунками; состоит из введения, обзора литературы, восьми глав собственных исследований, заключения, предложений производству, списка литературы из 368 наименований, в том числе 44 иностранных авторов.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении представлена степень научной разработанности изучаемой проблемы, обоснована актуальность проведения исследований, связанная с совершенствованием агроприёмов возделывания сои. Обозначена цель и сформулированы задачи исследований. Выделены теоретическая и практическая значимость работы. Обоснована методология и методы исследований. Отмечены основные положения, выносимые на защиту. Сделана ссылка на степень достоверности и результаты апробации полученных научных и практических результатов.

В первой главе «Агроэкологические и биологические особенности, учитываемые при возделывании сои в условиях Северо-Кавказского региона (Обзор литературы) рассматриваются вопросы многолетних научных исследований в Российской Федерации и зарубежных странах, определены

состояние изучаемой проблемы и направление научных исследований в области разработки элементов технологии возделывания сои с целью повышения ее продуктивности. Характеризуются элементы технологии возделывания сои на территории Российской Федерации и непосредственно в условиях Центрального Предкавказья. Сделано общее заключение, из которого вытекает обоснование, актуальность темы исследований и поставленных задач. В рыночных условиях импортозамещения установлена необходимость подбора сортов различных групп спелости отечественной селекции и совершенствования их технологии возделывания в почвенно-климатических условиях Центрального Предкавказья. Отмечена актуальность проведения исследований, связанных с поиском элементов технологии, оказывающих положительное влияние на реализацию потенциала продуктивности современных районированных и перспективных сортов, имеющих различный по продолжительности период вегетации; в области совершенствования систем удобрения, а также защиты от сорной растительности и патогенов, распространённых в посевах сои. Дана оценка влиянию абиотических и антропогенных факторов на рост и развитие растений сои, а также выделены, с учётом биологических особенностей культуры, элементы технологии, усиливающие продуктивность фотосинтеза и реализующие симбиотический потенциал сои, позволяющие увеличить урожай, а также улучшить качественные показатели семян сои.

Во второй главе «Почвенно-климатические условия, методология и методики, используемые для достижения научной цели» изложена программа, методология и методы постановки и проведения научных экспериментов.

Исследования по агротехническому обоснованию приемов повышения продуктивности сои в условиях Центрального Предкавказья проводились на экспериментальных базах: Ставропольского государственного аграрного университета – с 2008 по 2011 г. и с 2017 по 2019 г.; ООО «Агросахар» (ОПХ «Изобильненское»), Ставропольский край – с 2008 по 2011 г. и с 2017 по 2020 г.; Армавирской опытной станции (филиал ФГБНУ «ФНАЦ «ВНИИМК им. В.С. Пустовойта»), Краснодарский край – с 2010 по 2019 г.

Погодные условия в условиях Центрального Предкавказья в годы проведения исследований выделялись контрастностью. К засушливым, характеризующимся недостаточным и неравномерным выпадением осадков, отнесены: 2010, 2014, 2015 и 2018 гг. В 2011 и 2016 гг. количество осадков превышало среднемноголетние показатели, что положительно отразилось на продуктивности семян сои. В 2008, 2009, 2012, 2013, 2017, 2019, 2020 гг. количество осадков и температурный режим находились на уровне среднемноголетних показателей.

Исследования включали теоретическое обоснование, составление схем, а также шесть полевых опытов. Для установления корреляционных связей между изучаемыми абиотическими и антропогенными факторами, а также элементами структуры урожая проводились корреляционно-регрессионный анализ и математическая обработка, подтверждающая достоверность получения

прибавки от внедряемых элементов агротехнологии. Для обоснования влияния элементов агротехнологии, изучаемых в богарных условиях и на орошении, учитывались фотосинтетическая, симбиотическая активность, а также продуктивность и качественные показатели семян сои, выращиваемых в почвенно-климатических условиях Центрального Предкавказья.

Объектами исследований в агроценозе сои являлись климатический фактор (количество осадков, сумма активных температур, ГТК); сорта сои, относящиеся к различным группам спелости: скороспелые – Лира, Бара, Селекта 101, раннеспелые – Дельта, Дуар, Дуниза, Парус, Кора, Селекта 201 и среднеспелые – Вилана, Зара, Селекта 302, созданные в ЮФО, селекции ФНЦ ФГБНУ «ФНЦ ВНИИМК имени В.С. Пустовойта», АОС – филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, селекционно-семеноводческой компании «Соевый комплекс»; дозы минеральных удобрений: N_{12} (сульфат аммония), $N_{12}P_{52}$ (аммофос), $N_{24}P_{104}$ (аммофос); бактериальные препараты: Ризоторфин, штамм 634б (3 л/т), Ризоторфин, штамм 626а (3 кг/т); Нитрофикс П (2 кг/т), Нитрофикс Ж (2,5 л/т), плёнкообразователь; гербициды: Лазурит, СП (700 г/кг метрибузина), Пледж, СП (500 г/кг флумиоксазина), Пивот, ВР (100 г/л имазетапира), Базагран, ВР (480 г/л бентазона), Хармони, СТС (750 г/кг тифенсульфурон-метила); фунгициды: Максим, КС (25 г/л флудиоксонила), Делит Про, КС (200 г/л пиракlostробина), ТМТД, ВСК (400 г/л тирама), Протект, КС (25 г/л флудиоксонила), Оптимо, КС (200 г/л пиракlostробина), Аканто Плюс, КС (200 г/л пикоксистробина + 80 г/л ципроконазола).

В результате исследований было проведено 6 полевых опытов (4 однофакторных и 2 двухфакторных). Схемы опытов:

Опыт 1. Влияние абиотических факторов на урожайность сортов сои различных групп спелости. Исследования проводились на опытной станции СтГАУ (чернозем выщелоченный), в период 2008–2011 гг. и 2017–2019 гг. и Армавирской опытной станции ВНИИМК (чернозем обыкновенный), с 2010 по 2019 г. Изучаемые сорта были сгруппированы по спелости: 1) скороспелые – Лира, Селекта 101; 2) среднескороспелые (Ст) – Дуар, Селекта 201; 3) среднеспелые – Вилана, Селекта 302.

Опыт 2. Сравнительная оценка продуктивности сортов сои, отличающихся по продолжительности вегетационного периода. Опыты закладывались: в 2017–2019 гг. на базе ФГБОУ ВО «Ставропольский ГАУ» (опытная станция СтГАУ) на черноземе выщелоченном; на Армавирской опытной станции ВНИИМК на черноземе обыкновенном; в ООО «Агросахар» на черноземе обыкновенном при орошении. В зависимости от почвенно-климатических условий и антропогенного фактора (без полива и на орошении) изучалась продуктивность сортов: Дуар (Ст), Лира, Бара, Селекта 101, Селекта 201, Дуниза, Парус, Кора, Вилана, Восточка, Зара.

Опыт 3. Реакция сои на применение минеральных удобрений и биопрепарата. Исследования проводились в ОПХ «Изобильненское» (чернозем обыкновенный, орошение). Схема опыта включала два фактора: фактор А – сорт: Лира (Ст1), Селекта 101, Дельта (Ст2), Селекта 201, Вилана (Ст3),

Селекта 302; фактор В – доза удобрений, инокуляция семян Ризоторфином: без удобрений и Ризоторфина (контроль); Ризоторфин (3 кг/т); N₁₂; N₁₂P₅₂; N₁₂P₅₂ + Ризоторфин; N₂₄P₁₀₄; N₂₄P₁₀₄ + Ризоторфин. В 2008–2010 гг. изучалось влияние минеральных удобрений и Ризоторфина на фотосинтетический потенциал посевов, накопление сухого вещества растениями, продуктивность и качественные показатели семян сои.

Опыт 4. Реакция растений сои на применение биопрепаратов. Исследования проводились в 2013–2015 гг. на базе Армавирской опытной станции ВНИИМК (чернозем обыкновенный). Изучалось действие бактериальных препаратов на симбиотическую азотфиксацию и продуктивность растений сои по схеме: без биопрепаратов (контроль); без биопрепаратов (пленкообразователь; Нитрофикс П (2 кг/т); Нитрофикс Ж (2,5 л/т); Ризоторфин, штамм 634б (3,0 л/т); Ризоторфин, штамм 626а (3,0 кг/т); Нитрофикс П (2 кг/т) + пленкообразователь; Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + пленкообразователь, Ризоторфин, штамм 634б (3,0 л/т) + пленкообразователь, Ризоторфин, штамм 626а (3,0 кг/т) + пленкообразователь.

Опыт 5. Влияние гербицидов на сорную растительность и продуктивность сои в условиях орошения. Исследования проводились в 2018–2020 гг. в ООО «Агрсахар» (чернозем обыкновенный). Схема опыта включала: 1) контроль (без обработки гербицидами); 2) Лазурит 1 кг/га (почвенный); 3) Пledge 0,12 кг/га (почвенный); 4) Пивот 0,7 л/га (почвенный); 5) Базагран 2 л/га + Хармони 0,008 кг/га (по вегетации); 6) Лазурит 1 кг/га (почвенный); Базагран 2 л/га + Хармони 0,008 кг/га (по вегетации); Пledge 0,12 кг/га (почвенный); Базагран 2 л/га + Хармони 0,008 кг/га (по вегетации); Пивот 0,7 л/га (почвенный); Базагран 2 л/га + Хармони 0,008 кг/га (по вегетации). Изучен в динамике видовой состав сорной растительности при длительном использовании гербицидов на орошении. Разработана экономически эффективная система защиты сои от сорной растительности.

Опыт 6. Влияние фунгицидов на развитие болезней и продуктивность сои в условиях орошения. Исследования проводились в 2018–2020 гг. в ООО «Агрсахар» на черноземе обыкновенном. Схема опыта включала 2 фактора: фактор А – фунгициды для предпосевной обработки семян сои: 1) контроль (без обработки); 2) Максим, КС 2,0 л/т; 3) Делит Про, КС 0,5 л/т; 4) ТМТД, ВСК 6,0 л/т; 5) Протект, КС 2,0 л/т; фактор В – фунгициды по вегетации вносились в фазу бутонизации сои: Оптимо, КС 0,5 л/га (Ст); Аканто Плюс, КС 0,6 л/га. Изучались распространённость и развитие болезней, эффективность фунгицидов, а также влияние применяемой системы защиты растений на продуктивность семян сои.

В опытах 1–4 размещение вариантов систематическим методом, повторность 4-кратная, общая площадь делянки – 46,2 м², учетная площадь делянки – 28,0 м².

В опытах 5 и 6 размещение вариантов методом организованных повторений, повторность 4-кратная, общая площадь делянки – 1600,0 м² (ширина 16 м на длину 100 м), учетная площадь делянки – 100,0 м².

Закладка опытов, полевые учеты и наблюдения проводились в соответствии с общепринятыми методиками: Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) (Доспехов Б.А., 1985), Методика полевого опыта в условиях орошения (Плешаков В.Н., 1983), Методы исследований в полевых опытах с соей (Синеговская В.Т., 2016). Фенологические наблюдения – по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989), фотосинтетический потенциал сои определялся по А.А. Ничипоровичу (1956). Определение динамики формирования, активности симбиотического аппарата и величины активного симбиотического потенциала (АСП) – в соответствии с методикой изучения биологической фиксации азота воздуха по Г.С. Посыпанову (1991). Учет сорной растительности и определение эффективности гербицидов проводились согласно Методическим указаниям по проведению производственных испытаний гербицидов (2004). Учет распространения болезней проводили в соответствии с Методическими указаниями по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве (2009), Методическими указаниями по диагностике корневых гнилей зернобобовых культур (1979).

Биологическую урожайность растений сои учитывали в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989). Учет урожая семян сои проводился сплошным методом (Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами, 2010).

Лабораторные анализы проводили в лабораториях: технологии возделывания полевых культур, агрохимического анализа и фитосанитарного мониторинга СтавГАУ. Нитрификационная способность почвы ($N-NO_3$) определена в соответствии с ГОСТ 26951–86, рН почвы – ГОСТ 26483–85, содержание гумуса в пахотном горизонте – ГОСТ 26213–91, подвижного фосфора (P_2O_5) и калия (K_2O) – ГОСТ 26205–91; определение массы 1000 семян проводилось согласно ГОСТ 10842–89; содержание растительного жира, белка семян сои в соответствии с ГОСТ 10846–91 и ГОСТ 10857–64 определялось в лаборатории агрохимического анализа СтавГАУ и в лаборатории биохимии ФГБНУ ВНИИМК на ИК-анализаторе Matrix-I в соответствии с нормативными методами, спектры регистрировались согласно руководству на ПО OPUS в спектральном диапазоне $3500-12500\text{ см}^{-1}$ с разрешением 16 см^{-1} (Ефименко С.Г., 2016). Определение патогенов, вызывающих развитие болезней сои, проводили методом микроскопирования (Дудка И.А., 1982; Новосадов И.Н., 2017). Экономическая эффективность рассчитана по картам с использованием действующих нормативных затрат и цен года исследований. Статистическая обработка полученных данных проведена методом корреляционного и регрессионного анализа по программе «Агрос» и по Б.А. Доспехову (1985). Агротехнические мероприятия в полевых опытах проводились в соответствии с научными рекомендациями по технологии возделывания сои для почвенно-климатических зон Северо-Кавказского региона (Рекомендации по технологии возделывания сои, 2008). Предшественником в опытах была озимая пшеница. Основная обработка почвы состояла из дискового лущения стерни и последующей

вспашки на глубину 20–22 см. Проводили ранневесеннюю культивацию (6–8 см) и предпосевную (4–6 см). В опытах 1, 2, 4, 5, 6 под вспашку вносился аммофос в дозе $N_{12}P_{52}$ кг/га д.в., в опыте 3 минеральные удобрения вносились весной под первую культивацию в соответствии со схемой опыта (на глубину 6–8 см). Сроки сева устанавливались в зависимости от складывающихся погодных условий и были проведены с конца третьей декады апреля по вторую декаду мая. Норма высева семян была установлена в зависимости от рекомендуемой оптимальной плотности посева для конкретных сортов: для скороспелых она составляла 0,50, среднескороспелых – 0,45 и среднеспелых – 0,40 млн семян/га, в условиях орошения норму высева увеличивали на 0,10 млн всхожих семян. Посевы в опытах проводили широкорядно с шириной междурядий 70 см сеялкой точного высева – СПЧ-4, при изучении эффективности гербицидов и фунгицидов в условиях орошения на черноземе обыкновенном посев осуществлялся сеялкой марки AMAZONE DMC Primera 9000. В опытах заблаговременно, за месяц до посева, семена сои обрабатывали протравителями на основе бенонила – Фундазол и тирама – ТМТД, в день посева бактериальным препаратом Ризоторфин 626б, в опытах 3 и 4 в день посева семена инокулировали бактериальными препаратами в соответствии со схемами опыта. Для уничтожения сорной растительности в опытах проводили опрыскивание посевов в фазу 1–2 тройчатых листов сои в зависимости от видового состава сорной растительности гербицидами на основе имазетапира и бентазона, в опыте 4 при появлении болезней, превышающих экономический порог вредоносности, посевы обрабатывали фунгицидами на основе бенонила – Фундазол и на основе флудиоксонила – Максим, при появлении вредителей посевы сои обрабатывались инсектицидами из класса пиретроидов. В условиях орошения для поддержания влажности почвы 70–80% в слое 0,6 метра с 2008 по 2011 г. проводили поливы дождевальными машинами ДДА-100МА. В период исследований с 2017 по 2020 г. орошение осуществляли машиной марки Valley, расчетной поливной нормой, которая в среднем за годы исследований составляла 350–580 м³/га. Опрыскивание посевов сои проводили опрыскивателем Amazone UX 4200 Super, норма расхода рабочего раствора составляла 200 л/га.

В третьей главе «Влияние абиотических факторов на урожайность технической сои, выращиваемой на семена» дана характеристика погодных условий в годы исследований и результаты корреляционно-регрессионного анализа зависимости урожайности сортов сои, отличающихся по продолжительности вегетационного периода, от ГТК.

По результатам семи лет исследований установлено, что, по данным метеостанции СтГАУ (чернозём выщелоченный), в среднем за период с мая по сентябрь выпадает 298,4 мм, а сумма активных температур составляет 2632,6°С. В мае 2009 и 2017 гг. выпадало на 60,1 и 110,9 мм осадков больше, а в 2017 и 2018 гг. – на 19,0–20,0 мм меньше среднемноголетних показателей. Июнь 2010 г. отличался наименьшим выпадением осадков – 22,5 мм, что меньше среднемноголетнего показателя в 3,8 раза, в 2018 г. осадки отсутствовали. В июле

2009, 2017, 2018 гг. осадков выпадало на 43,4–48,4% больше, а в 2010 г. – на 85,4% меньше среднемноголетних данных (таблица 1).

Таблица 1 – Количество осадков и сумма активных температур в период исследований на черноземе выщелоченном (метеостанция СтГАУ), 2008–2011 и 2017–2019 гг.

Год	Месяц				
	май	июнь	июль	август	сентябрь
2008	<u>77,0</u> 424,7	<u>41,1</u> 588,0	<u>74,0</u> 713,0	<u>85,0</u> 750,2	<u>70,0</u> 480,0
2009	<u>123,2</u> 424,7	<u>49,0</u> 645,0	<u>80,9</u> 737,8	<u>85,5</u> 610,7	<u>35,8</u> 480,0
2010	<u>93,7</u> 514,6	<u>22,5</u> 681,1	<u>69,3</u> 765,7	<u>4,5</u> 799,8	<u>20,7</u> 570,0
2011	<u>86,5</u> 435,0	<u>106,9</u> 585,0	<u>52,8</u> 759,5	<u>27,6</u> 657,2	<u>39,0</u> 501,0
2017	<u>174,0</u> 446,6	<u>81,6</u> 570,0	<u>43,7</u> 632,4	<u>34,3</u> 750,2	<u>15,3</u> 582,0
2018	<u>44,2</u> 551,8	<u>0,3</u> 688,2	<u>78,2</u> 771,9	<u>41,7</u> 719,2	<u>39,8</u> 543,0
2019	<u>44,0</u> 530,1	<u>28,2</u> 705,0	<u>75,6</u> 675,8	<u>19,3</u> 700,6	<u>65,7</u> 489,0
Средне-многолетние	<u>63,1</u> 461,9	<u>86,1</u> 570,0	<u>54,5</u> 675,8	<u>52,7</u> 647,9	<u>42,0</u> 477,0

Примечание: в числителе – количество осадков, мм; в знаменателе – сумма активных температур, °С.

Сумма активных температур в мае находилась практически на одном уровне со среднемноголетними данными и колебалась от 424,7 (2008, 2009 гг.) до 551,8°С (2018 г.). В 2019 г. $\sum t \geq 10^\circ\text{C}$ была максимальной, превышая среднемноголетние показатели на 135°С, июль и август 2010 г. сопровождался высоким температурным режимом, сумма активных температур составляла 765,7–799,8°С, что больше среднемноголетней на 89,9–151,9°С.

ГТК за май – сентябрь 2008–2011 гг. и 2017–2019 гг. указывает на то, что наиболее высокий ГТК был в 2008 и 2009 гг. – 1,2–1,6, 2011 г. – 1,2 и 2017 – 1,3, 2010 и 2018 гг. отличались низким ГТК 0,6–0,7. В мае 2008–2011 гг. и 2017 г. ГТК был больше среднемноголетних значений и варьировал в пределах от 1,8 до 3,9. В июне 2010 и 2018 гг. в связи с отсутствием осадков или минимальным их количеством ГТК равнялся 0,0–0,3. В июле показатель был на уровне среднемноголетнего значения составил 0,9. В августе 2010, 2017 и 2019 гг. ГТК был меньше среднемноголетнего на 0,7–0,5. В сентябре ГТК находился в пределах от 0,3 до 1,5 при среднемноголетних значениях 1,0 (рисунок 1).

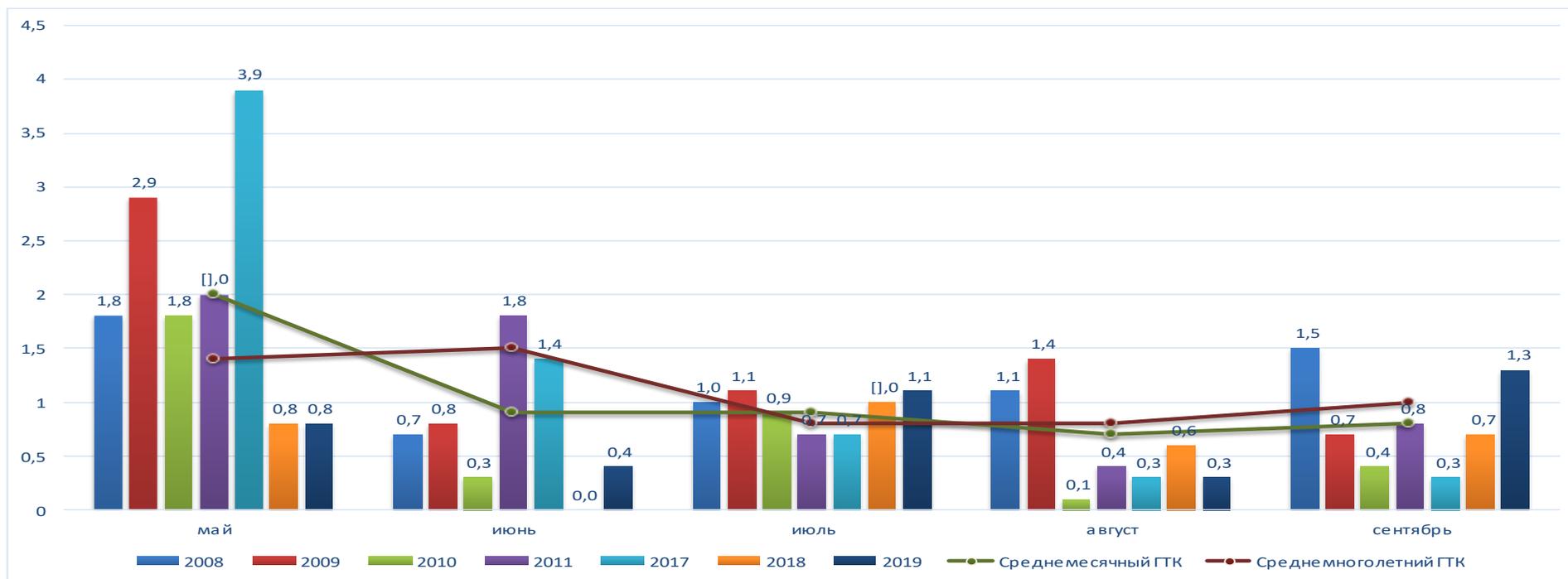


Рисунок 1 – ГТК увлажнения в период развития сои в сравнении со среднемноголетними данными на черноземе выщелоченном в среднем за 2008–2011 и 2017–2019 гг. (метеостанция СтГАУ)

Полученные данные показателя гидротермического увлажнения за май – сентябрь 2008–2011 гг. и 2017–2019 гг. указывают на то, что в целом за семь лет исследований наиболее благоприятными по подным условиям были 2008–2009 гг. – ГТК 1,2–1,6, 2011 г. – ГТК 1,2 и 2017 г. – ГТК 1,3, к неблагоприятным можно отнести : 2010 г. – ГТК 0,7 и 2018 г. – ГТК 0,6.

Наибольшие отличия в наступлении фаз развития и их продолжительности между группами спелости отмечены в период от конца цветения до физиологической спелости. У сортов среднескороспелой группы (Ст) он составлял 49 дней, что на 10 дней больше от сортов скороспелой группы и на 9 дней меньше от сортов среднеспелой группы (рисунок 2).

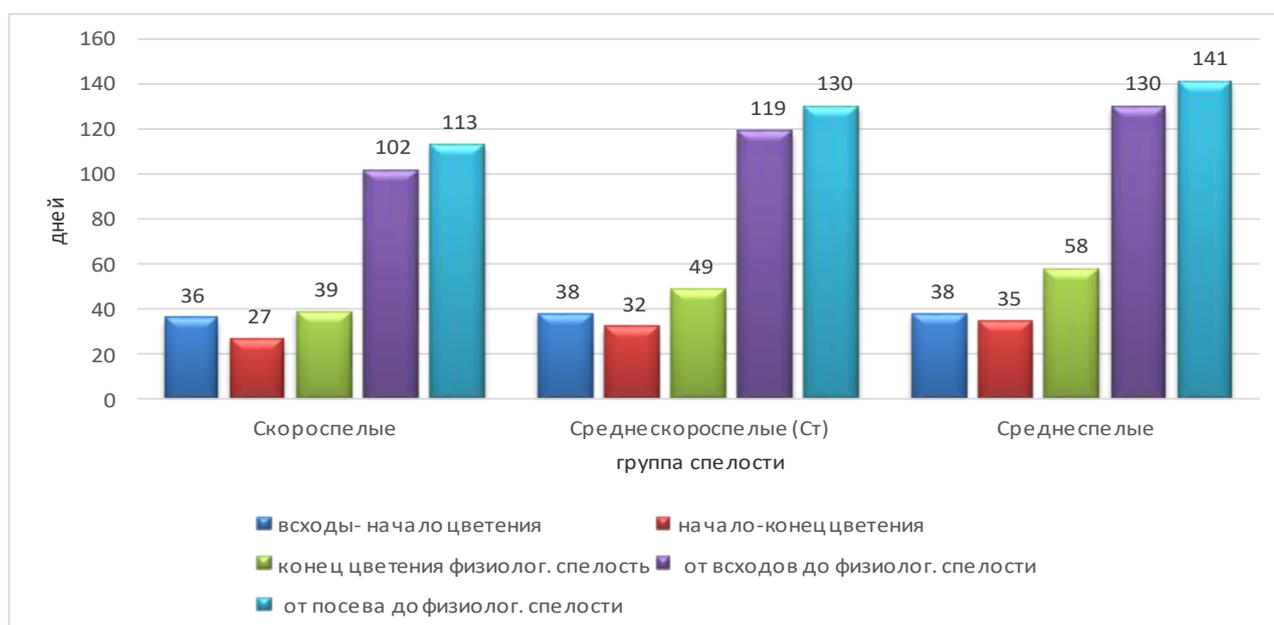


Рисунок 2 – Продолжительность межфазных периодов сортов сои, выращиваемых на черноземе выщелоченном в среднем за 2008–2011 и 2017–2019 гг., дней

Продолжительность вегетационного периода у среднескороспелых сортов составила 119 дней, скороспелые сорта вступали в фазу физиологической спелости раньше на 17 дней, а среднеспелые позже на 11 дней.

Наиболее оптимальными для растений сои среднескороспелой и среднеспелой групп были условия 2009 г., ГТК за вегетационный период составлял 1,3. Получено 1,90 (скороспелые), 2,15 (среднескороспелые) и 2,03 т/га (среднеспелые).

Засушливый 2010 г., характеризующийся острым дефицитом влаги и высоким температурным режимом, особенно во второй половине вегетационного периода, при ГТК от 0,2 до 0,6, отрицательно повлиял на рост и развитие растений. Урожайность семян сои составила 1,1 (скороспелые), 1,25 (среднескороспелые), 1,00 т/га (среднеспелые) (рисунок 3).

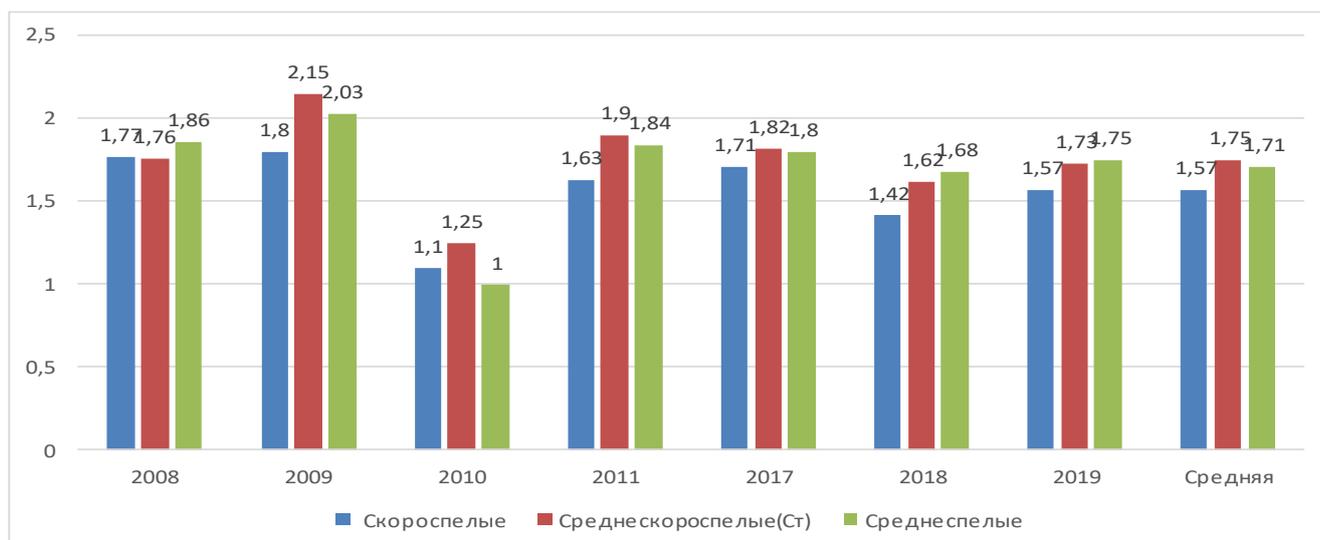


Рисунок 3 – Урожайность сортов сои различных групп спелости на черноземе выщелоченном по группам спелости в среднем за 2008–2011 и 2017–2019 гг., т/га

В среднем урожайность семян среднескороспелых сортов составила 1,75 т/га, среднеспелые уступали им на 0,04 т/га, что находилось в пределах ошибки опыта, а скороспелыми была получена достоверно меньшая урожайность на 0,18 т/га семян.

Для выявления корреляционной связи между двумя признаками построено поле корреляции. Расположение точек на поле корреляции позволяет судить о наличии и о характере связи. Основываясь на теории изучаемой взаимосвязи, предполагали получить зависимость y от x вида $y = a + bx + cx^2$. Данный метод позволил нам точнее определить зависимость урожайности от метеорологических условий.

В результате полученной полиномиально-регрессионной модели зависимости урожайности семян сои от метеорологических условий за вегетационный период установлено, что скороспелые сорта проявляли высокую положительную зависимость урожайности семян от количества осадков – на 56,6%, данная зависимость выражается уравнением регрессии $y = 329,84x^2 - 695,94x + 496,98$, урожайность семян сои скороспелых сортов увеличивалась при выпадении осадков за вегетационный период в количестве от 210 до 270 мм. Изменение урожайности на 41,4% обусловлено изменением суммы активных температур в обратной зависимости, оптимальной суммой активных температур для скороспелых сортов являлась 2350,0–2370,0°C, дальнейшее увеличение суммы активных температур за вегетационный период приводило к снижению урожайности (рисунок 4).

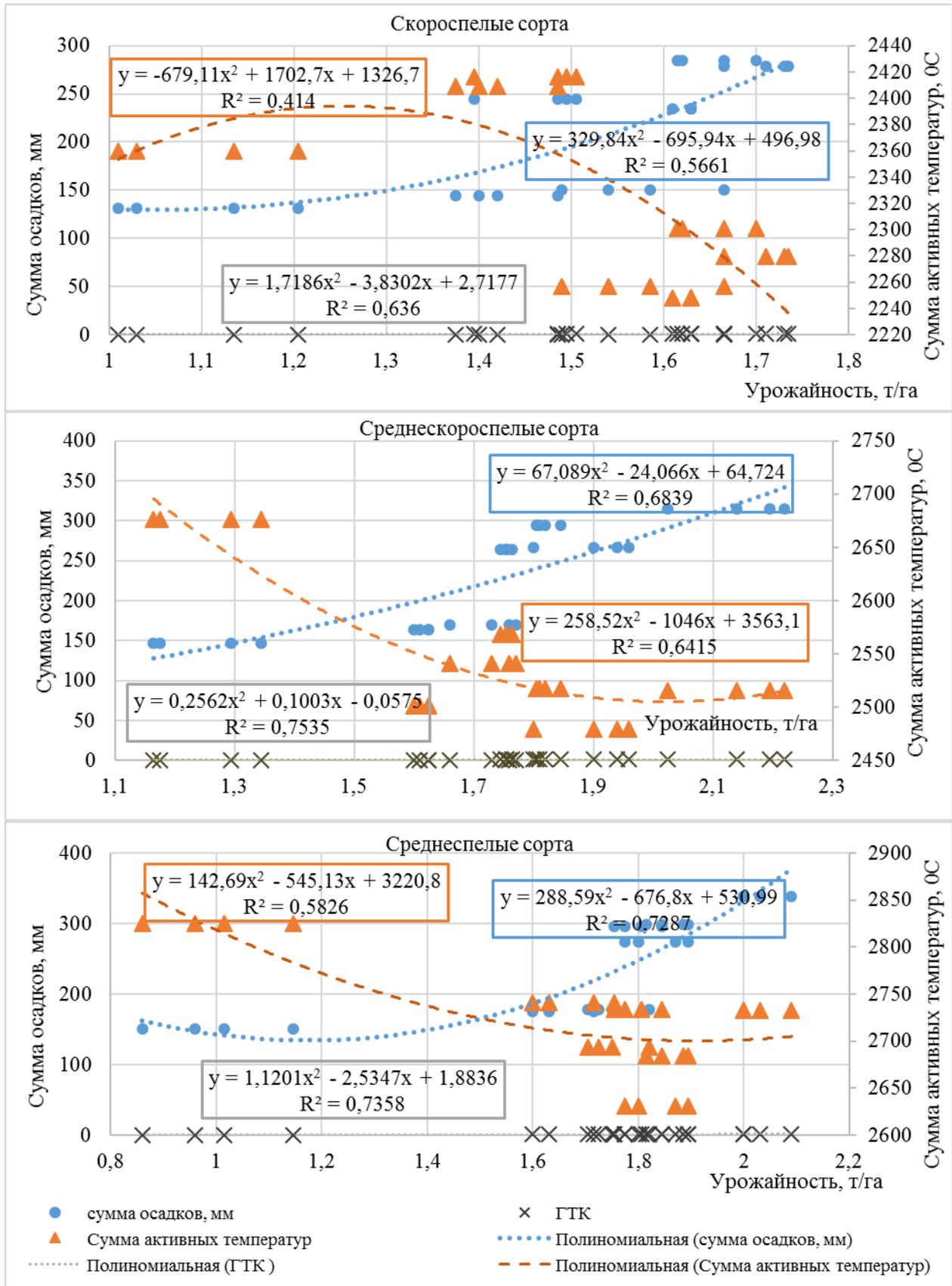


Рисунок 4 – Корреляционно-регрессионный анализ влияния погодных условий на урожайность сортов сои на черноземе выщелоченном в среднем за 2008–2011 и 2017–2019 гг.

Влияние осадков на изменение урожайности среднескороспелых сортов выражается коэффициентом детерминации $R^2 = 68,4$, то есть на 68,4% выпадающие осадки влияют на изменение урожайности сои. Зависимость от ГТК за вегетационный период составляла 75,4%, что больше на 11,8% по сравнению с скороспелыми сортами. Изменение урожайности среднеспелых сортов на 72,8% было обусловлено осадками и находилось в обратной зависимости от увеличения суммы активных температур на 58,2%. Зависимость урожайности от ГТК находилась на уровне со среднескороспелыми сортами и составляла 73,6%.

В условиях Армавирской опытной станции (чернозем обыкновенный) по результатам десяти лет исследований установлено, что в среднем за период с мая по сентябрь выпадает 295,3 мм, а сумма активных температур составляет 3062,3°C (таблица 2).

Таблица 2 – Количество осадков и сумма активных температур в период исследований на черноземе обыкновенном (метеопост «Армавирский»), 2010–2019 гг.

Год	Месяц				
	май	июнь	июль	август	сентябрь
2010	<u>52,2</u> 558,0	<u>100,1</u> 717,7	<u>10,8</u> 806,0	<u>31,7</u> 830,8	<u>43,8</u> 627,0
2011	<u>79,8</u> 499,1	<u>172,9</u> 612,0	<u>59,8</u> 784,0	<u>79,8</u> 691,3	<u>30,0</u> 519,0
2012	<u>156,3</u> 610,7	<u>61,6</u> 672,0	<u>58,1</u> 744,0	<u>134,6</u> 709,9	<u>11,0</u> 582,0
2013	<u>48,2</u> 573,5	<u>70,4</u> 657,0	<u>123,3</u> 722,3	<u>55,1</u> 728,5	<u>101,0</u> 468,0
2014	<u>91,3</u> 446,6	<u>64,0</u> 627,0	<u>26,8</u> 759,5	<u>17,7</u> 790,5	<u>54,6</u> 543,0
2015	<u>69,6</u> 523,9	<u>102,4</u> 642,2	<u>40,4</u> 731,6	<u>4,0</u> 781,2	<u>16,5</u> 663,0
2016	<u>86,0</u> 502,2	<u>76,2</u> 639,0	<u>81,0</u> 722,3	<u>79,0</u> 778,1	<u>69,0</u> 501,0
2017	<u>176,0</u> 499,1	<u>68,0</u> 621,0	<u>112,5</u> 756,4	<u>44,0</u> 793,6	<u>12,0</u> 615,0
2018	<u>76,0</u> 592,1	<u>16,3</u> 690,0	<u>75,0</u> 796,7	<u>50,0</u> 765,7	<u>55,8</u> 579,0
2019	<u>119,0</u> 613,8	<u>49,9</u> 711,0	<u>46,4</u> 694,4	<u>14,8</u> 744,0	<u>50,0</u> 549,0
Среднеголетние	<u>64,6</u> 514,6	<u>76,3</u> 609,0	<u>56,2</u> 716,1	<u>54,6</u> 700,6	<u>43,6</u> 522,0

Примечание: в числителе – количество осадков, мм; в знаменателе – сумма активных температур, °С.

В мае количество осадков в основном выпадало на уровне среднеголетних показателей, за исключением 2012, 2017 и 2019 гг., когда их

количество колебалось от 119,0 до 156,5 мм, что больше среднемноголетних данных на 84,2–172,4%. В июне 2010 и 2011 гг. осадков выпало на 31,2–125,4% больше, а в 2018 г. – на 78,6% меньше среднемноголетнего количества. В июле 2013 и 2017 гг. количество осадков превышало на 100,0–119,4%, а в 2010 и 2014 гг. осадков выпало меньше на 52,3–80,8% среднемноголетних показателей. В августе обеспеченность осадками в 2012 г. составляла 134,6 мм, что в 2,5 раза больше, а в 2010, 2014, 2015 и 2019 гг. осадки выпадали в количестве от 4,0 до 31,7 мм, что в 1,7–13,7 раза меньше среднемноголетних показателей. Сентябрь 2013 г. отличался обилием осадков, которые выпадали в количестве 101,0 мм, превышая среднемноголетние данные на 57,4 мм. Сумма активных температур в мае находилась на уровне среднемноголетних показателей, наиболее теплыми в этот период были 2012 и 2019 гг. В июне 2010 и 2019 гг. сумма активных температур была выше на 102,0–108,7°C. Наиболее жаркими июль и август были в 2010 г., когда сумма активных температур превышала среднемноголетние показатели на 90,0–130,2°C, в остальные годы в эти месяцы также отмечалось увеличение суммы активных температур в среднем на 29,6–53,0°C. В сентябре сумма активных температур в среднем за годы исследований находилась на уровне среднемноголетних показателей.

При анализе полученных данных гидротермического коэффициента увлажнения за период 2010–2019 гг. за май – сентябрь установлено, что в 2011, 2012 и 2017 гг. ГТК составлял 1,3–1,5, в годы с выпадением осадков от 232,9 до 273,1 мм и суммой активных температур от 3179,9 до 3539,5°C – в 2010, 2015 и 2018 гг. ГТК снижался до 0,7–0,8 (рисунок 5).

В мае наименьший коэффициент увлажнения отмечен в 2012 г. – 0,8, что меньше среднемноголетнего на 30,8%, наибольший – в 2017 г. – 3,5, что больше среднемноголетних значений на 169,0%, в остальные годы ГТК варьировал от 0,9 до 2,6, в среднем за годы исследований показатель ГТК в мае был больше среднемноголетнего значения на 0,4. В июне 2018 г. в связи с выпадением небольшого количества осадков (16,3 мм) и высоким температурным режимом (23,0°C) ГТК составил 0,2. Июнь 2011 г. отличался большим количеством осадков (172,9 мм), в связи с этим ГТК составлял 2,8, превышая среднемноголетний показатель на 115,3%. В июле наименьшее увлажнение по сравнению со среднемноголетними данными отмечено в 2010 г., при выпадении осадков в количестве 10,8 мм и среднесуточной температуре 26°C ГТК был очень низким – 0,1. Наибольший коэффициент увлажнения в июле установлен в 2013 г. – 1,7, что больше среднемноголетних значений на 112,5%, в остальные годы ГТК колебался от 0,4 до 1,5. В августе, когда растения сои проходили генеративные фазы развития, в 2014, 2015 и 2019 гг. ГТК был меньше среднемноголетнего на 0,3–0,7. В 2012 г. коэффициент увлажнения был больше среднемноголетнего показателя на 125,0% (2010–2019 гг.), ГТК составил 0,7, что меньше среднемноголетнего значения на 12,5%. В сентябре 2013 г. отмечено избыточное увлажнение, в период созревания среднеспелых сортов сои выпадало 101,0 мм осадков, при пониженной среднемесячной температуре воздуха 15,6°C, ГТК – 2,2, что больше среднемноголетнего значения на 144,4%, в остальные годы ГТК колебался от 0,1 до 1,4.

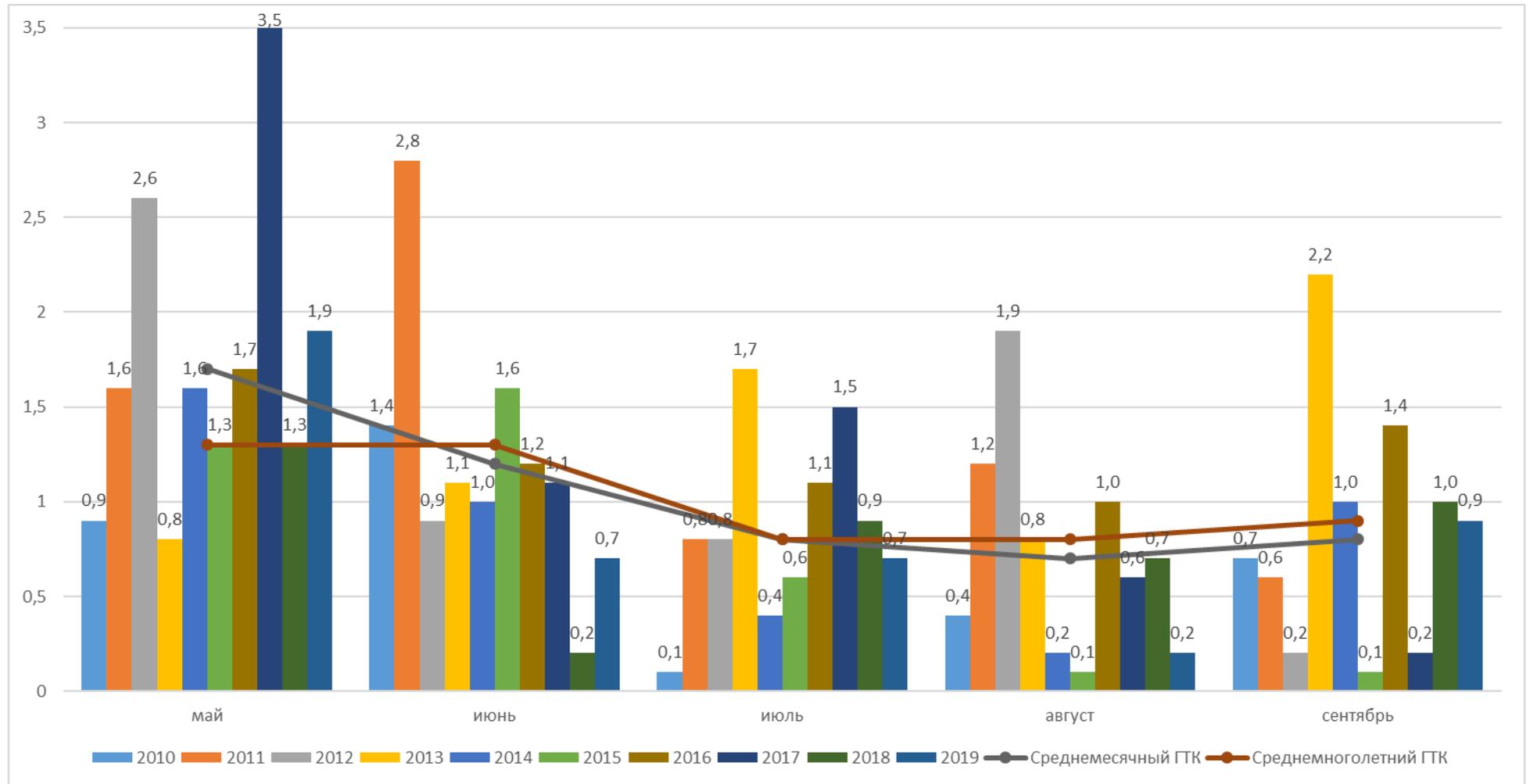


Рисунок 5 – Гидротермический коэффициент увлажнения в период развития сои в сравнении со среднемноголетними данными на черноземе обыкновенном в среднем за 2010–2019 гг.

В среднем за десять лет межфазный период от всходов до начала цветения у скороспелых сортов составил 33 дня, у среднескороспелых и среднеспелых он увеличивался на 3 дня (рисунок 6).

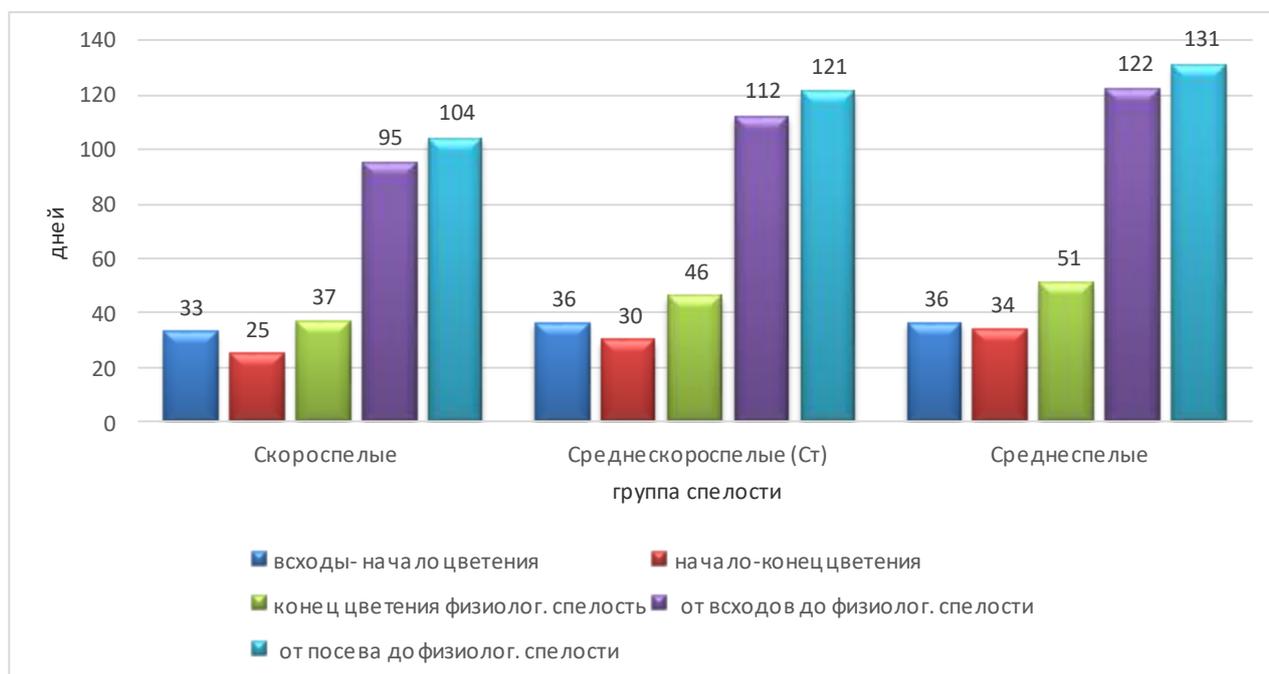


Рисунок 6 – Продолжительность межфазных периодов сои на черноземе обыкновенном в среднем за 2010–2019 гг., дней

Межфазный период от начала до конца цветения был наиболее продолжительным у сортов среднеспелой группы – 34 дня, что дольше на 4–9 дней по сравнению со скороспелыми и среднескороспелыми сортами. Во второй половине вегетации межфазный период от конца цветения до физиологической спелости у сортов скороспелой группы составлял 37 дней, у среднескороспелой и среднеспелой групп он увеличивался на 9–14 дней. В среднем за 2010–2019 гг. вегетационный период у среднескороспелых сортов составил 112 дней, скороспелые сорта вступали в фазу физиологической спелости раньше на 17, а среднеспелые позже на 10 дней.

Наиболее благоприятные абиотические условия для скороспелых сортов сложились в 2011 г. – 1,94 и 2017 г. – 1,84 т/га, максимальная урожайность скороспелыми сортами получена в 2016 г. – 2,06 т/га, при ГТК за вегетационный период 1,4. Для среднескороспелых и среднеспелых сортов наиболее оптимальными были условия 2011 и 2012 гг.: за вегетационный период выпадало от 350 до 379 мм осадков, сумма активных температур для среднескороспелых сортов находилась в пределах от 2431 до 2725°C, для среднеспелых – от 2597 до 2816°C; в 2011 г. получено 2,62–2,76 и в 2012 г. – 1,93–2,07 т/га семян, в 2016 г. установлена максимальная урожайность среднескороспелых – 2,76 и среднеспелых сортов – 2,79 т/га, ГТК за вегетационный период при этом составлял 1,2 (рисунок 7).

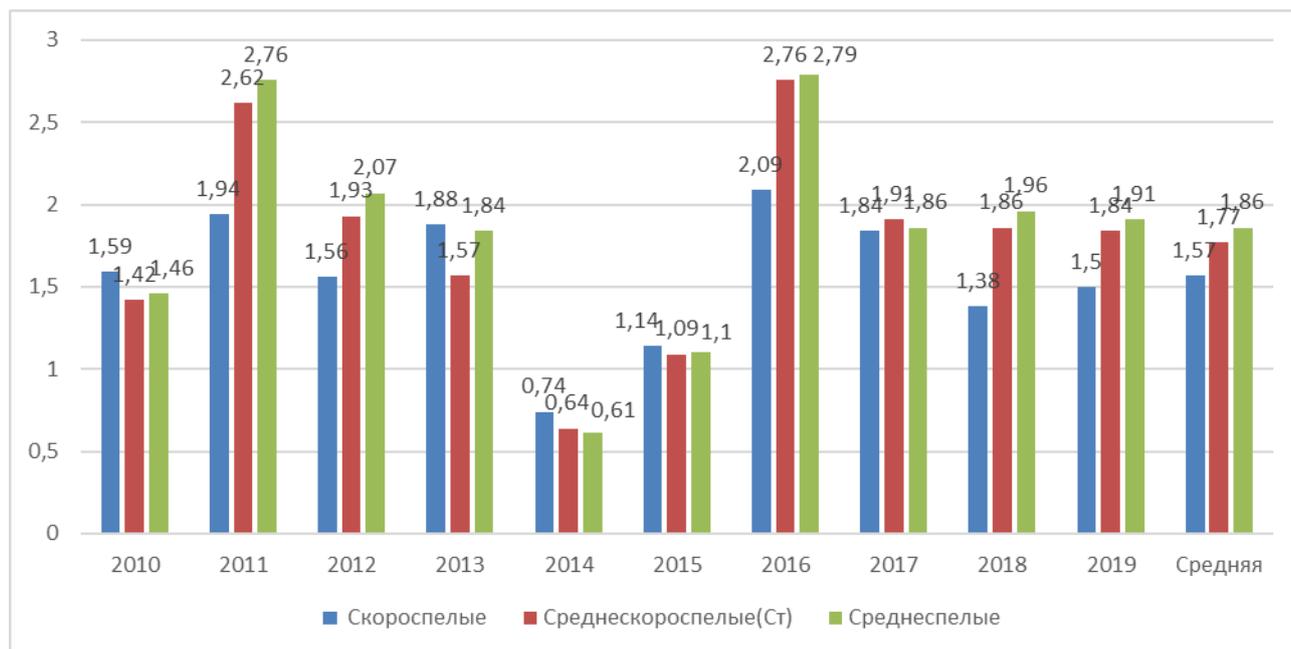


Рисунок 7 – Урожайность сортов сои различных групп спелости на черноземе обыкновенном в среднем за 2010–2019 гг., т/га

В среднем за десять лет урожайность семян среднескороспелых сортов составила 1,77 т/га, среднеспелыми получена прибавка урожая по сравнению со среднескороспелой группой 0,09 т/га, что находилось в пределах ошибки опыта, а скороспелые имели достоверно меньшую урожайность на 0,20–0,29 т/га по сравнению со среднескороспелыми и среднеспелыми сортами.

Полиномиальные регрессионные модели показывают, что большее влияние на урожайность скороспелых сортов оказывала величина суммы осадков за вегетационный период – на 71,9%, величина урожайности чувствительна к изменению количества осадков, также достаточно велико влияние ГТК, коэффициент детерминации составляет $R^2 = 0,7862$, то есть на 78,6%; увеличение суммы активных температур имело отрицательную корреляционную зависимость, коэффициент детерминации при этом составлял $R^2 = 0,2964$.

Коэффициент детерминации для среднескороспелых сортов свидетельствует о том, что изменение урожайности на 59,1% обусловлено влиянием количества осадков, влияние ГТК на изменение урожайности существенно и составляет 60,0%. Сумма активных температур имела обратную зависимость – 16,4%. Для среднеспелых сортов величина чувствительности по отношению к осадкам составляла 52,9%, на 18,2% колебания урожайности обусловлены изменением суммы активных температур, от ГТК – на 54,5% (рисунок 8).

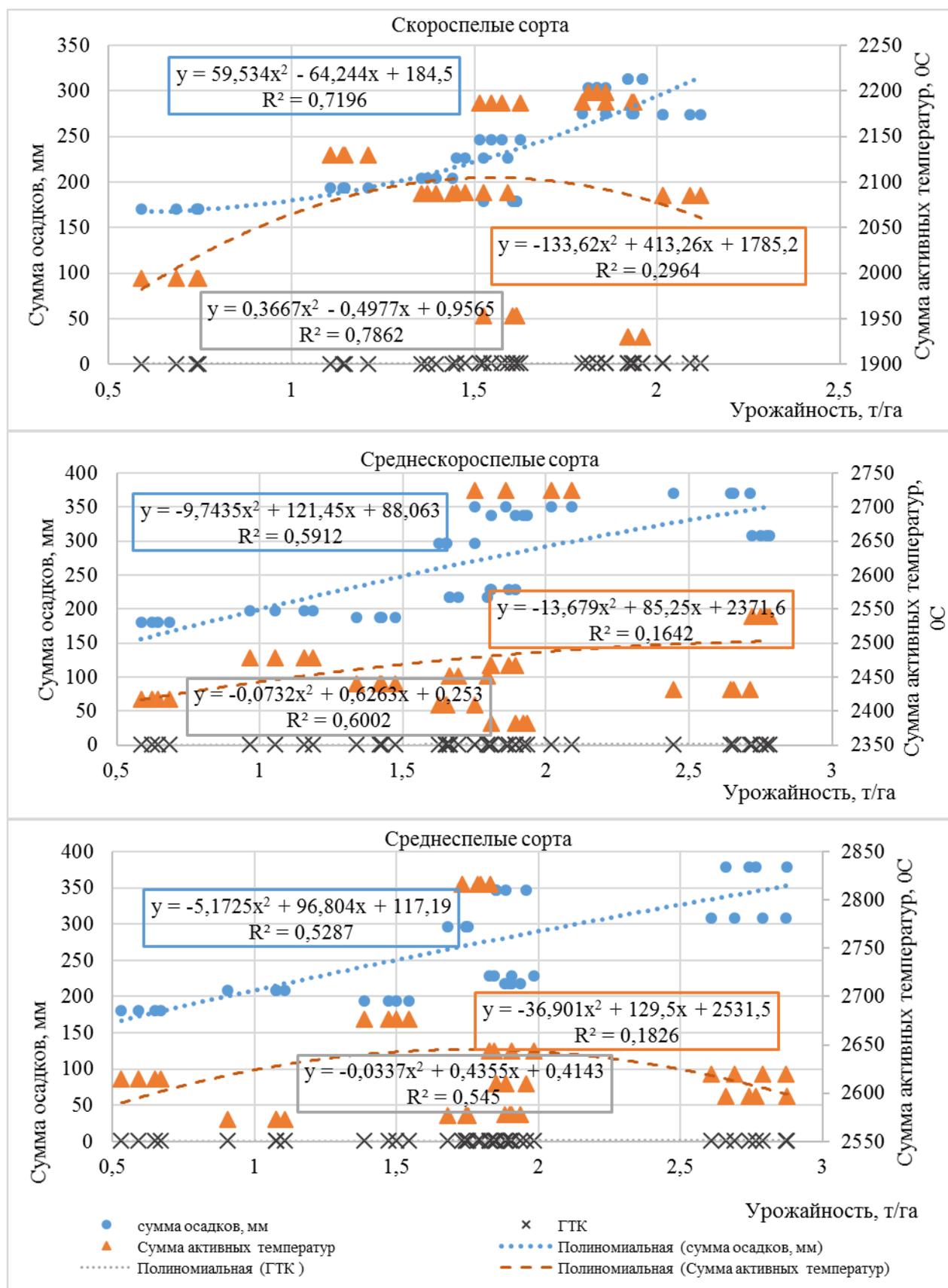


Рисунок 8 – Корреляционно-регрессионный анализ влияния погодных условий за вегетационный период на урожайность сортов сои на черноземе обыкновенном в среднем за 2010–2019 гг.

В четвертой главе «Роль сорта в формировании урожая сои, возделываемой на семена в почвенно-климатических условиях Центрального Предкавказья» в результате учёта продолжительности межфазных периодов и подсчёта продолжительности вегетационного периода изучаемых сортов было установлено, что этот показатель, как правило, является биологической особенностью и наследуется на генетическом уровне. В зависимости от погодных условий года и сорта продолжительность вегетационного периода колебалась от 98 до 129 дней. Вегетационный период стандарта (Дуар) составил 120 дней, что соответствует среднескороспелой группе. В зависимости от длительности периода от всходов до фазы созревания на чернозёме выщелоченном, в условиях опытной станции (СтГАУ), к скороспелым были отнесены: Ли́ра, Селекта 101, Бара (созревали за 98–108 дней), к среднескороспелым: Дуар, Селекта 201, Дуни́за, Парус и Ко́ра (созревали за 111–121 день), к среднеспелым – Ви́лана, Весто́чка и За́ра (продолжительность вегетационного периода 122–129 дней).

Высота растений сои, выращиваемой на черноземе выщелоченном, варьировала в пределах от 65,3 до 114,6 см. Наибольшей высотой растения – 106,0–114,6 см с высотой прикрепления нижнего боба 13,8–14,7 см характеризовался среднеспелый сорт За́ра, низкорослыми были растения сорта Бара – 61,4–76,4 см, нижний боб находился на высоте 9,3–11,0 см.

Наибольшей ветвистостью среди сортов различных групп спелости обладали: скороспелый сорт Ли́ра – 2,3, среднескороспелый сорт Дуар – 2,4 и среднеспелый сорт Ви́лана – 2,5 шт/растение. Сорта с более коротким вегетационным периодом – Селекта 101 и Бара формировали на растении наименьшее количество боковых ветвей – от 1,1 до 1,4 шт/растение (рисунок 9).

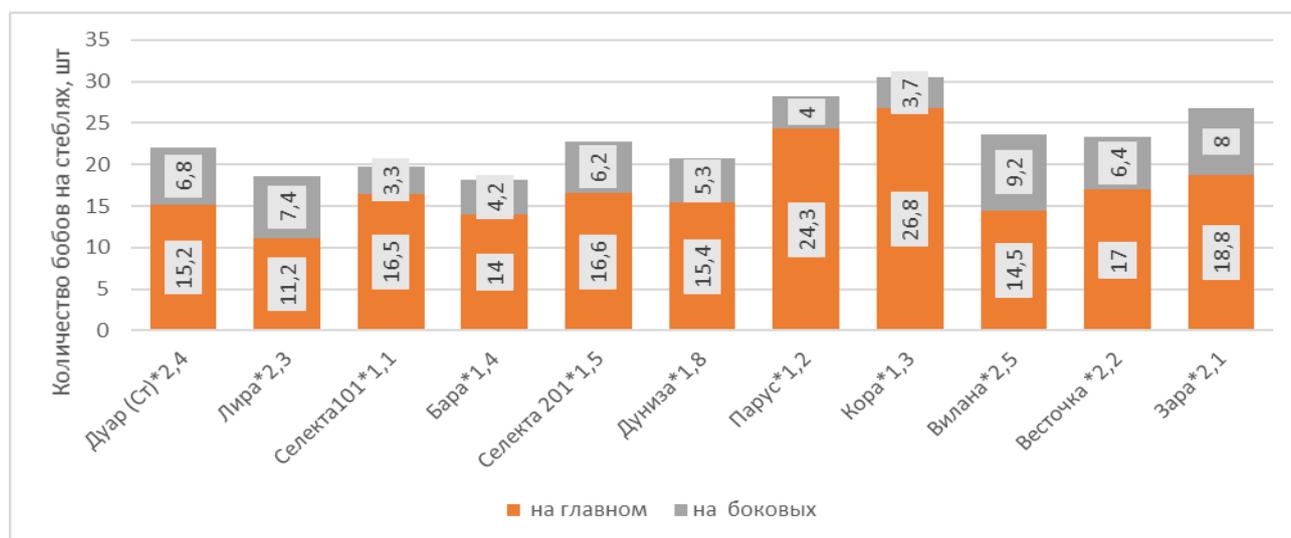


Рисунок 9 – Количество боковых ветвей и бобов на главном и боковых стеблях сортов сои на черноземе выщелоченном в среднем за 2017–2019 гг., шт/растение

Анализ сформированности бобов на главном и боковых стеблях показывает, что доля бобов, приходящаяся на боковые ветви, наиболее высокая

у сортов Дуар и Вилана – 30,9 и 38,8% бобов соответственно было сформировано растениями на боковых ветвях. Сорты скороспелой группы Селекта 101 и Бара формировали бобы в основном на центральном стебле, их доля составила 78,2–82,4, что больше стандартного сорта Дуар на 9,1–13,3%, скороспелый сорт Лира в отличие от вышеназванных сортов на боковых стеблях сформировал на 8,1% больше бобов по сравнению со стандартом. Сорты Парус, Кора и Зара в большей степени – от 70,1 до 87,8% образовывали бобы на главном стебле.

В условиях Армавирской опытной станции (чернозем обыкновенный) вегетационный период в зависимости от сорта варьировал от 87 до 118 дней, у стандарта он составил в среднем 112 дней. У скороспелых сортов вегетационный период был на 15–25 дней короче стандарта Дуар, самым скороспелым был сорт Бара, вегетационный период которого составил 87 дней, Наиболее продолжительным (118 дней) был период вегетации у сорта Вилана.

Проведенные исследования по выявлению сортовой специфичности в отношении формирования растениями сои боковых ветвей на черноземе обыкновенном позволили отметить примерно такую же тенденцию формирования боковых ветвей и образования бобов на них в процентном соотношении, как и на черноземе выщелоченном, что также наглядно доказывает специфичность признака сорта – ветвистость. В зависимости от сорта растения сои формировали от 1,1 (сорт Селекта 101) до 2,7 (сорт Вилана) боковых ветвей на растении. Наибольшая ветвистость отмечена у сортов Вилана, Лира, Восточка и Дуар, количество боковых ветвей на растении варьировало от 2,2 до 2,7 шт/растение.

Максимальной площади листьев растения сои достигали к фазе образования бобов, наибольшая площадь листьев отмечена у сорта Вилана – 48,64 тыс. м²/га. Скороспелые сорта – Селекта 101 и Бара формировали наименьшую площадь листьев, по сравнению со стандартом на 3,33–5,34 тыс. м²/га. В фазу налива семян темпы прироста площади листьев снижались, причем у скороспелых сортов площадь листьев уменьшалась наиболее активно, в среднем на 15,5%, тогда как у среднескороспелых сортов уменьшение площади листьев составляло 13,6%, а у среднеспелых – 10,6%. Среднеспелые сорта сои, накапливая наибольшую площадь листьев по сравнению со скороспелыми и среднескороспелыми сортами, формировали наибольший показатель фотосинтетического потенциала, который в зависимости от сорта варьировал от 1480 до 1670 тыс. м²·сутки/га.

В фазу образования бобов накопление сухой массы растений в зависимости от сорта существенно изменялось, у стандарта было образовано 4582 кг/га сухой массы, среднескороспелые сорта Парус и Кора накапливали больше на 541–598 кг/га сухой массы. Наиболее интенсивное накопление сухого вещества – 5442 кг/га было отмечено у сорта Зара (таблица 3).

Таблица 3 – Показатели работы фотосинтетического аппарата сортов сои различных групп спелости на черноземе выщелоченном в среднем за 2017–2019 гг.

Сорт	Площадь листьев тыс. м ² /га (образование бобов)	ФП тыс. м ² ·сутки/га (цветение – образование бобов)	Сухая масса, кг/га (налив семян)
Дуар (Ст)	36,15	1201	4582
Ли́ра	38,50	957	4513
Селекта 101	32,82	938	4145
Ба́ра	30,81	805	3488
Селекта 201	34,96	1134	4321
Дуни́за	32,72	966	4004
Парус	45,35	1328	5123
Ко́ра	46,58	1409	5180
Ви́лана	48,64	1480	5138
Весто́чка	46,05	1508	5303
За́ра	46,95	1670	5442
НСР ₀₅	4,25	321	778

В межфазный период цветения – образования бобов, когда шло активное увеличение площади листьев, отмечалась наименьшая фотосинтетическая активность в посевах всех сортов. В фазу налива семян происходило увеличение количества органической биомассы, создаваемой растениями посевов в течение суток в расчете на 1 м² площади листьев, при этом чем короче вегетационный период, тем более значительно увеличивалась чистая продуктивность посевов сои.

В среднем за три года сортом Дуар получено 1,93 т/га (таблица 4).

Таблица 4 – Урожайность сортов сои на черноземе выщелоченном в среднем за 2017–2019 гг., т/га

Сорт	Год			Среднее	+ (–) к стандарту	
	2017	2018	2019		т/га	%
Дуар (Ст)	2,13	1,73	1,93	1,93	–	–
Ли́ра	1,92	1,68	1,86	1,82	–0,11	–5,7
Селекта 101	1,90	1,56	1,78	1,75	–0,18	–9,3
Ба́ра	1,76	1,49	1,68	1,64	–0,29	–15,0
Селекта 201	2,09	1,92	2,01	2,00	+0,08	+3,6
Дуни́за	1,96	1,78	1,89	1,88	–0,05	–2,6
Парус	2,70	1,93	2,12	2,25	0,32	+16,6
Ко́ра	2,59	1,81	2,00	2,13	0,20	+10,4
Ви́лана	2,10	1,99	2,07	2,05	+0,12	+6,20
Весто́чка	2,26	2,02	2,10	2,12	+0,19	+9,8
За́ра	2,28	2,05	2,22	2,18	+0,25	+12,9
НСР ₀₅	0,09	0,10	0,08	–	–	–

В группе скороспелых сортов по урожайности наибольшей стабильностью отличался сорт Ли́ра – 1,82 т/га, среднескороспелых – сорт Парус – 2,25 т/га и

среднеспелых – сорт Зара – 2,18 т/га. Превосходили по урожайности сорт Дуар среднеспелые сорта Парус и Кора – на 0,20–0,32 т/га и среднеспелые сорта Вилана, Восточка и Зара – на 0,12–0,25 т/га, уступали по урожайности стандарту скороспелые сорта на 0,11–0,29 т/га.

В зависимости от сортовых особенностей и климатических условий года отличаются показатели элементов структуры урожая. Количество сформировавшихся бобов на растении варьировало от 18,0 (сорт Бара) до 27,4 шт/растение (сорт Кора). Стандартом сформировано 22,0 боба на растение, сорта Парус, Кора и Зара образовывали наибольшее количество бобов по сравнению с Дуаром на 4,3–5,4 шт/растение. На растениях скороспелых сортов Бара и Лиры образовывалось по сравнению со стандартом на 3,8–4,0 боба меньше. Максимальное количество бобов было образовано сортом Кора – 27,4 шт/растение. Наибольшее количество семян с растения получено среднеспелым сортом Зара – 50,1 шт/растение, по массе 1000 семян превосходил стандарт сорт Восточка – 151,4 г, что больше стандарта на 7,4 г.

На черноземе обыкновенном (АОС ВНИИМК) урожайность семян на стандарте составляла 2,12 т/га, скороспелые сорта уступали по урожайности Дуару на 0,34–0,40 т/га. Сортами Кора, Вилана, Восточка и Зара получена прибавка урожая в зависимости от сорта от 0,12 до 0,20 т/га. Максимальная урожайность получена среднеспелым сортом Парус – 2,40 т/га, что больше стандарта на 13,2% (таблица 5).

Таблица 5 – Урожайность сортов сои на черноземе обыкновенном в среднем за 2017–2019 гг., т/га

Сорт	Год			Среднее	+ (–) к стандарту	
	2017	2018	2019		т/га	%
Дуар (Ст)	2,20	2,17	1,98	2,12	–	–
Лиры	2,00	1,47	1,74	1,74	0,38	–17,9
Селекта 101	1,91	1,59	1,84	1,78	0,34	–16,0
Бара	1,93	1,50	1,73	1,72	–0,40	–18,9
Селекта 201	2,12	2,03	1,95	2,03	–0,09	–4,2
Дуниза	1,96	1,64	1,89	1,83	–0,29	–14,2
Парус	2,84	2,22	2,13	2,40	+0,28	+13,2
Кора	2,78	2,15	2,03	2,32	+0,20	+9,4
Вилана	2,22	2,32	2,18	2,24	+0,12	+5,7
Восточка	2,36	2,16	2,33	2,28	+0,16	+7,5
Зара	2,34	2,12	2,47	2,31	+0,19	+8,9
НСР ₀₅	0,10	0,14	0,12	–	–	–

Анализ данных структуры урожая сортов сои позволяет отметить, что наибольшее количество бобов на растении было сформировано сортами Парус, Кора и Зара, увеличение бобов на 3,7–4,5 шт/растение является достоверным по сравнению с сортом Дуар (23,5 шт/растение). Сорта Селекта 101, Бара и Лиры формировали меньшее количество бобов по сравнению со стандартом на 3,4–4,5 шт/растение. Количество зерен на растении и масса зерна с растения были больше у сортов с более продолжительным периодом вегетации. Наибольшее

количество семян сформировано сортами Вилана, Весточка и Зара, превышающими стандарт на 6,4–15,4 шт/растение, также ими получена достоверная прибавка в массе семян с растения – от 1,0 до 1,2 г. Масса 1000 семян варьировала в зависимости от сорта от 132,5 до 159,3 г, наиболее крупные семена с массой 159,3 г получены сортом Зара.

В пятой главе «Оптимизация азотного питания сои, возделываемой на чернозёме обыкновенном, за счёт применения биопрепаратов» изучено влияние инокуляции семян биологическими препаратами на симбиотическую активность и продуктивность растений сои.

На чернозёме обыкновенном на корневой системе сои образовывались активные клубеньковые бактерии независимо от того, проводилась инокуляция семенного материала или нет. Полученные данные по количеству образовавшихся активных клубеньков на корнях сои позволили определить активность симбиотического потенциала за межфазный период ветвления – образования бобов (рисунок 10). Наибольшее количество клубеньков на корнях растений сои насчитывалось в фазу образования бобов, в среднем за 2013–2015 гг. на контроле насчитывалось 1803 шт/м² клубеньков с общей массой 16,5 г/м².

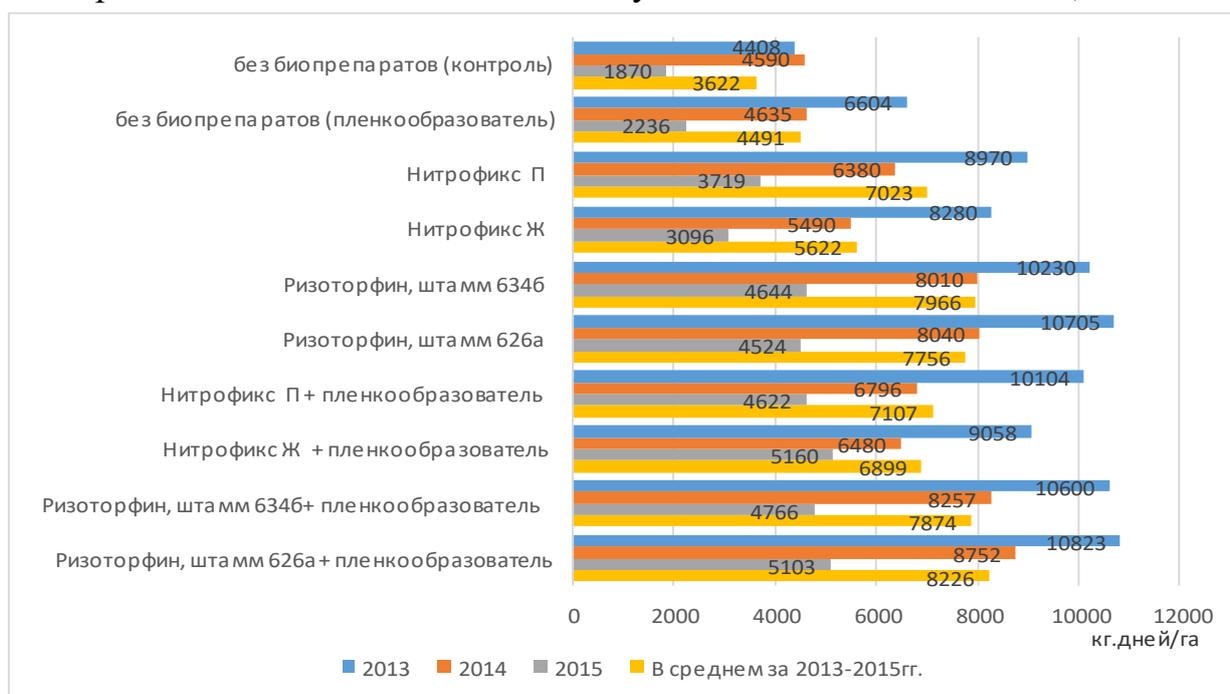


Рисунок 10 – Активный симбиотический потенциал сои на черноземе обыкновенном за межфазный период ветвления – образования бобов в зависимости от применяемых биопрепаратов и пленкообразователя в среднем за 2013–2015 гг., кг·дней/га

Больше всего клубеньков на корнях сои образовалось при использовании в качестве биопрепарата Ризоторфина со штаммом клубеньковых бактерий под номером 626а, на варианте с инокуляцией семян этим штаммом образовалось 2510 шт/м² клубеньков, дополнительное применение плёнкообразователя позволило сформировать в фазу образования бобов 2650 шт/м² клубеньков, что больше по сравнению с контрольным вариантом, где образовывались клубеньки аборигенных штаммов, на 847 шт/м², или в 1,5 раза.

Биопрепараты Нитрофикс П и Нитрофикс Ж по образованию и массе клубеньков, поселяющихся на корнях сои, были менее продуктивными.

Масса клубеньков, образованных в процессе симбиоза, увеличивалась к фазе образования бобов и составила в контрольном варианте 16,5 г/м². Обработка семян препаратами, содержащими в своем составе специализированные бактерии, способствовала увеличению массы клубеньков в зависимости от биопрепарата на 2,6–8,5 г/м². Наибольшим активный симбиотический потенциал сои был на вариантах с инокуляцией семян перед посевом Ризоторфином, штамм 626а. Причём активный симбиотический потенциал сои был большим как с использованием плёнкообразователя (8226 кг·дней/га), так и без прилипателя (7756 кг·дней/га). На других вариантах опыта активный симбиотический потенциал сои был гораздо меньше. По годам закономерность, выявленная по действию изучаемых штаммов клубеньковых бактерий на АСП сои, сохраняется.

На варианте без использования биопрепаратов средняя урожайность семян составила 1,80 т/га (таблица 6).

Таблица 6 – Влияние биопрепаратов и пленкообразователя на урожайность сои на черноземе обыкновенном в среднем за 2013–2015 гг.

Вариант	Год			Среднее	+ (–) к контролю	
	2013	2014	2015		т/га	%
Без биопрепаратов (контроль)	2,97	1,26	1,17	1,80	–	–
Без биопрепаратов (пленкообразователь)	2,98	1,20	1,28	1,82	0,02	1,01
Нитрофикс П	3,08	1,37	1,32	1,92	0,12	6,66
Нитрофикс Ж	3,19	1,34	1,29	1,94	0,14	7,80
Ризоторфин, штамм 634б	3,30	1,48	1,40	2,06	0,26	14,44
Ризоторфин, штамм 626а	3,43	1,54	1,46	2,14	0,36	18,88
Нитрофикс П + пленкообразователь	3,26	1,46	1,36	2,03	0,23	12,80
Нитрофикс Ж + пленкообразователь	3,06	1,47	1,40	1,98	0,18	10,00
Ризоторфин, штамм 634б + пленкообразователь	3,34	1,58	1,48	2,13	0,33	18,33
Ризоторфин, штамм 626а + пленкообразователь	3,51	1,67	1,52	2,23	0,43	23,88
НСР ₀₅	0,15	0,07	0,05	0,11	–	–

На вариантах, включающих использование биопрепаратов Нитрофикс П и Нитрофикс Ж, была получена прибавка урожая семян, которая составила соответственно 0,12 и 0,14 т/га, при этом эффект от использования биопрепаратов составил 6,7–7,8%, добавление прилипателя увеличивало эффект до 12,8 и 10,0% по сравнению с контролем. Лучшим оказался биопрепарат, используемый в сочетании с плёнкообразователем, производимый ВНИИ микробиологии, средняя урожайность составила 2,23 т/га, что больше контроля на 0,43 т/га и на 0,41 т/га больше по сравнению с вариантом, включающим плёнкообразователь. Эффект от агроприёма составил 23,9%.

В шестой главе «Управление продукционным процессом сои, выращиваемой на чернозёме обыкновенном в условиях орошения» изучены

биологические особенности и продуктивность сортов сои в зависимости от продолжительности вегетационного периода, обоснована эффективность оптимизации минерального питания за счет внесения удобрений и использования инокуляции Ризоторфином и защитных мероприятий в борьбе с сорной растительностью и болезнями в условиях орошения.

Растения сои в условиях орошения имели различный вегетационный период, который в зависимости от сорта варьировал от 96 (сорт Бара) до 128 (сорт Вилана) дней. Продолжительность вегетационного периода у сортов Лиры и Селекта 101 была в среднем 105–106 дней. Сорта Парус и Кора оказались наиболее скороспелыми, созревая раньше стандарта на 8–10 дней. Вегетационный период среднеспелых сортов Вилана и Зара составлял 124–128 дней.

У сорта Дуар в фазе образования бобов площадь листовой поверхности составляла 46,94 тыс. м²/га, сорта Селекта 101, Лиры, Селекта 201 и Дуниза не имели существенных различий по сравнению со стандартом: площадь листьев варьировала от 40,17 до 43,79 тыс. м²/га, что находится в пределах ошибки опыта. Фотосинтетический потенциал посевов сортов Парус, Кора, Вилана, Восточка и Зара, формирующих большую площадь листьев, в межфазный период цветения – образования бобов увеличивался на 348–489 тыс. м²·сутки/га по сравнению с Дуаром (таблица 7).

Таблица 7 – Показатели работы фотосинтетического аппарата сортов сои различных групп спелости на черноземе обыкновенном в условиях орошения в среднем за 2017–2019 гг.

Сорт	Площадь листьев тыс. м ² /га (образование бобов)	ФП тыс. м ² ·сутки/га (цветение – образование бобов)	Сухая масса, кг/га (налив семян)
Дуар (Ст)	46,94	1678	10622
Лиры	39,86	1255	8684
Селекта 101	40,17	1376	9157
Бара	36,72	1210	8529
Селекта 201	42,71	1469	9491
Дуниза	43,79	1464	10245
Парус	52,80	2103	12367
Кора	56,32	2026	12810
Вилана	55,66	2041	10400
Восточка	52,00	2074	11936
Зара	53,13	2167	12044
НСР ₀₅	7,77	317	104

Максимальный фотосинтетический потенциал посевов был у сорта Зара – 2167 тыс. м²·сутки/га. В межфазный период образования бобов – налива семян работа фотосинтетического аппарата снижалась, особенно быстро этот процесс проходил у скороспелых сортов Селекта 101, Бара и Лиры. Максимальное накопление сухой массы отмечено у среднескороспелого сорта Кора в фазу налива семян – 12810 кг/га, что больше стандарта на 2188 кг/га.

Создающиеся благоприятные условия для роста и развития сои при орошении оказывали положительное влияние на формирование высоты растений и высоты прикрепления нижнего боба. Высота сорта Дуар составляла 111,2 см, скороспелые сорта уступали стандарту на 27,0–32,8 см, сорта Парус, Вилана, Восточка и Зара превосходили стандарт на 7,1–12,4 см. Самым высокорослым был отмечен сорт Зара – 120,0 см, что больше стандарта на 9,0 см. Высота прикрепления нижнего боба у различных сортов сои находилась на уровне от 10,8 до 16,3 см, наиболее высокое прикрепление нижнего боба отмечено у сортов Восточка – 14,2 см и Зара – 16,3 см.

Скороспелые сорта Селекта 101 и Бара практически не образовывали боковых ветвей и формировали бобы на главном стебле в количестве 88,6–91,8%. Сорта Парус и Кора формировали бобы в основном на центральном стебле в количестве 85,7–87,3%. На растениях Виланы и Зары также основная масса бобов формировалась на центральном стебле. Таким образом, анализ полученных данных позволяет сделать вывод, что в условиях орошения сорта скороспелой, среднескороспелой и среднеспелой групп сои проявляли себя как растения с низкой и средней степенью ветвистости.

В среднем за три года исследований при выращивании в условиях орошения сорта Дуар урожайность составила 3,33 т/га (таблица 8).

Таблица 8 – Урожайность сортов сои на черноземе обыкновенном в условиях орошения в среднем за 2017–2019 гг., т/га

Сорт	Год			Среднее	+ (-) к стандарту	
	2017	2018	2019		т/га	%
Дуар (Ст)	3,22	3,19	3,58	3,33	–	–
Ли́ра	2,50	2,28	2,62	2,47	–0,87	–25,8
Селекта 101	2,74	2,52	2,84	2,70	–0,63	–18,9
Бара	2,63	2,38	2,60	2,54	–0,79	–23,7
Селекта 201	3,18	3,10	3,30	3,19	–0,14	–4,2
Дуниза	3,20	3,18	3,34	3,24	–0,11	–2,7
Парус	3,57	3,39	3,69	3,55	0,22	+6,6
Кора	3,78	3,52	4,05	3,78	0,45	+13,5
Вилана	3,27	3,29	3,52	3,36	+0,03	+0,9
Восточка	3,37	3,31	3,60	3,43	+0,10	+3,0
Зара	3,48	3,54	3,74	3,59	+0,26	+7,8
НСР ₀₅	0,15	0,12	0,16	–	–	–

Скороспелые сорта значительно уступали сорту Дуар – на 0,63–0,79 т/га, что составляет 18,9–23,7%. Урожайность среднескороспелых сортов Селекта 201 и Дуниза была меньше на 0,11–0,14 т/га. Максимальная урожайность была у среднескороспелого сорта Кора – 3,78 т/га, что больше стандарта на 13,5%.

Сортом Дуар на одном растении было сформировано 26,2 боба, скороспелые сорта формировали меньшее количество бобов – от 19,7 до 22,6 шт/растение, что меньше стандарта на 2,8–5,7 боба. Превосходили стандарт по количеству бобов на растении на 2,0–4,6 шт/растение сорта Кора, Вилана, Восточка и Зара. Максимальное количество семян на растении – 63,0 и

масса семян – 9,4 г были образованы сортом Кора, что больше стандарта на 4,7 шт/растение и на 1,1 г/растение. Масса 1000 семян в зависимости от сорта находилась в пределах от 126,2 (сорт Бара) до 150,2 г (сорт Зара). Сортами Парус и Зара получена наибольшая масса 1000 семян – 150,0–150,2 г, что достоверно больше, чем у сорта Дуар.

При изучении влияния минеральных удобрений и Ризоторфина установлено, что лучшим сочетанием в опыте оказалось совместное использование минеральных азотно-фосфорных удобрений и Ризоторфина, используемого для предпосевной обработки семян. В зависимости от высеваемого сорта при использовании дозы аммофоса $N_{24}P_{104}$ на фоне применения Ризоторфина фотосинтетический потенциал посевов составил от 1296 до 2460 тыс. $m^2/га$, причём этот показатель увеличивался с увеличением вегетационного периода сорта. Больше всего – 10352 кг/га накопилось сухого вещества на варианте с внесением максимальной дозы аммофоса ($N_{24}P_{104}$) совместно с инокуляцией семян Ризоторфином при выращивании среднеспелого сорта сои Селекта 302.

На варианте без внесения удобрений и использования биопрепарата урожайность семян составила в среднем 2,26 т/га (таблица 9).

Таблица 9 – Влияние минеральных удобрений на урожайность сои на черноземе обыкновенном в условиях орошения в среднем за 2008–2010 гг., т/га

Доза удобрения / Ризоторфин (фактор В)	Сорт (фактор А)						В среднем по фактору В
	Ли́ра (Ст1)	Селекта 101	Дельта (Ст2)	Селекта 201	Вилана (Ст3)	Селекта 302	
Без удобр. и Ризоторфина (контроль)	1,80	2,08	2,03	2,31	2,60	2,71	2,26
Ризоторфин	1,86	2,15	2,15	2,48	2,67	2,76	2,35
N_{12}	1,89	2,19	2,11	2,39	2,55	2,70	2,31
$N_{12}P_{52}$	1,97	2,23	2,18	2,51	2,74	2,84	2,41
$N_{12}P_{52}$ + Ризоторфин	2,04	2,30	2,26	2,63	2,81	2,94	2,50
$N_{24}P_{104}$	1,96	2,27	2,24	2,60	2,78	2,88	2,46
$N_{24}P_{104}$ + Ризоторфин	2,00	2,35	2,34	2,68	2,90	2,99	2,54
В среднем по фактору А	1,93	2,22	2,19	2,51	2,72	2,83	–
Фф по фактору А	63,97						
Фф по фактору В	4,99						
Фф по фактору АВ	0,09						
НСР ₀₅ по фактору А	0,12						
НСР ₀₅ по фактору В	0,13						
НСР ₀₅ по фактору АВ	Фф < Ft						

Лучшим вариантом в опыте по применению совместно минеральных удобрений и Ризоторфина оказалось сочетание: аммофос в дозе $N_{24}P_{104}$ совместно с предпосевной инокуляцией семян клубеньковыми бактериями; прибавка к контролю в среднем составила 0,28 т/га, или 2,54 т/га. Самым продуктивным из изучаемых сортов оказался среднеспелый Селекта 302.

Использование минеральных удобрений в дозе $N_{24}P_{104}$ на фоне применения Ризоторфина позволило увеличить урожай семян сорта Селекта 302 до 2,99 т/га (больше стандарта на 0,28 т/га). Наибольшая продуктивность семян сои среднеспелого сорта Селекта 302 была получена при формировании к уборке 35,2 шт/м² растений, на одном растении формировалось 60 семян, масса которых с одного растения составила 9,2 г, масса 1000 – 151,5 г. Прибавка к контролю (посев без минеральных удобрений и Ризоторфина) была получена за счёт увеличения семян на одном растении на 9,2 шт., а также увеличения массы семян, собранных с 1 растения, на 1,5 г.

Предложенная схема защиты растений от сорной растительности, включающая применение почвенных гербицидов и обработку растений в фазе 1–2 тройчатых листа, имела положительный эффект, в зависимости от варианта количество сорняков уменьшалось на 87,5–93,5%, а сырая масса – на 87,4–99,3% (рисунок 11).

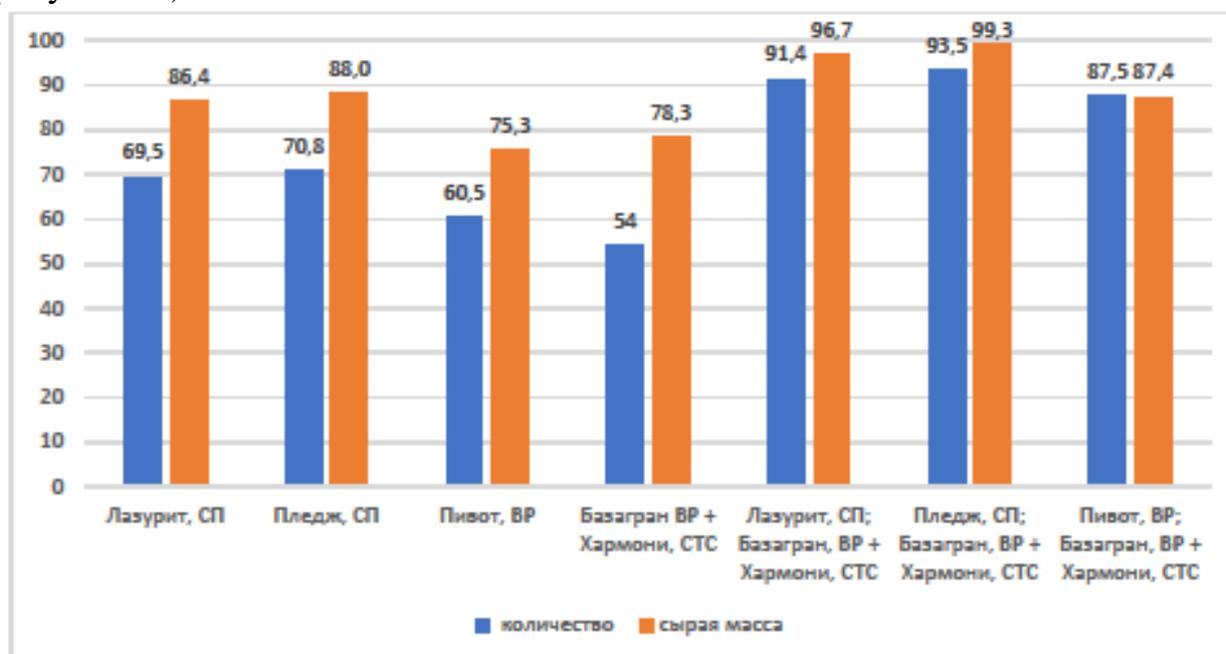


Рисунок 11 – Биологическая эффективность гербицидов в посевах сои в условиях орошения, %

Биологическая эффективность почвенных гербицидов Лазурит, СП 1,0 кг/га и Пледж, СП 0,12 кг/га находилась на одном уровне, Пивот, ВР 0,7 л/га уступал этим гербицидам в среднем на 11,1–12,7%. Сочетание обработки почвенными гербицидами и по вегетации было более эффективным. Максимальный эффект получен при применении почвенного гербицида Пледж, СП 0,12 кг/га с последующей обработкой растений смесью Базаграна, ВР 2,0 л/га с Хармони, СТС 0,008 кг/га, количество и сырая масса сорной растительности уменьшались на 93,5 и 99,3%.

В среднем за три года применение почвенной обработки гербицидами Лазурит, СП, Пледж, СП и Пивот, ВР в сочетании с баковой смесью Базаграна и Хармони по вегетации сои было наиболее результативным. Урожайность сои при комплексном применении гербицидов увеличивалась по сравнению с контролем на 0,84–1,12 т/га, что составляет 36,3–48,4% (таблица 10).

Таблица 10 – Влияние гербицидов на урожайность сои
в среднем за 2018–2020 гг.

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка урожая	
		т/га	%
Без обработки (контроль)	2,31	–	–
Лазурит, СП, 1,0 кг/га	2,82	0,51	22,0
Пледж, СП, 0,12 кг/га	2,99	0,66	29,4
Пивот, ВР, 0,7 л/га	2,74	0,43	18,6
Базагран, ВР, 2 л/га + Хармони, СТС, 0,008 кг/га	2,69	0,38	16,4
Лазурит, СП, 1 кг/га; Базагран, ВР, 2 л/га + Хармони, СТС, 0,008 кг/га	3,35	1,04	45,0
Пледж, СП, 0,12 кг/га; Базагран, ВР, 2 л/га + Хармони, СТС, 0,008 кг/га	3,43	1,12	48,4
Пивот, ВР, 0,7 л/га; Базагран, ВР, 2 л/га + Хармони, СТС, 0,008 кг/га	3,15	0,84	36,3
НСР ₀₅	0,21	–	–

Наиболее эффективной на орошении оказалась схема применения гербицидов: внесение до всходов почвенного гербицида Пледж, СП с нормой применения 0,12 кг/га и по вегетирующим растениям сои баковой смеси Базагран, ВР 2 л/га + Хармони, СТС 0,008 кг/га. Эффект составил 48,4% при урожайности семян 3,43 т/га, тогда как на контроле было получено без защиты от сорняков 2,31 т/га.

Фитоэкспертиза семян сои, проведенная на базе лаборатории фитосанитарного мониторинга СтГАУ, позволила выявить наличие грибов из родов: *Alternaria*, *Ascochyta*, *Fusarium*, *Peronospora*, *Sclerotinia*, *Septoria*, а также бактерий, представленных родами *Xanthomonas* и *Pseudomonas*. Обнаруженный бактериоз сои проявлялся в основном в виде семядольной и листовой формы (угловатая и пустульная пятнистости).

Максимальная эффективность в борьбе с фузариозом установлена при обработке семян фунгицидом Делит Про, КС (0,5 л/т) на основе действующего вещества пиракlostробина из химического класса стробилуринов, распространенность фузариоза снижалась на 82,0, а развитие болезни – на 70,4%. Фунгицид Аканто Плюс, КС (0,6 л/га) был более эффективен по сравнению со стандартом в среднем на 5,7–12,4%. На варианте с совместным применением предпосевной обработки семян Делит Про, КС (0,5 л/т) и обработки посевов в фазу бутонизации фунгицидом Аканто Плюс, КС (0,6 л/га) на основе пиракlostробина из химического класса стробилуринов получен наибольший эффект: на 84,3% уменьшилось количество пораженных пероноспорозом растений и на 81,2% снизилось развитие болезни. Наибольший биологический эффект в борьбе с бактериозом сои был получен при сочетании: обработка семян препаратом ТМТД, ВСК (6 л/т) и обработка вегетирующих растений фунгицидом Аканто Плюс, КС (0,6 л/га); распространенность бактериоза снижалась на 69,4%, а развитие – на 39,8%. Анализируя полученные данные по биологической урожайности среднеспелого сорта Зара в зависимости от применяемых схем защиты сои от

болезней, установлено, что в среднем за 2018–2020 гг. в контроле без применения предпосевной обработки семян и растений фунгицидами по вегетации растений в фазу бутонизации урожайность составляла 3,13 т/га. Достоверная прибавка урожая от применения фунгицидов для обработки семян и растений, подтвержденная математической обработкой, установлена по всем изучаемым вариантам. В зависимости от схемы применения препаратов она находилась в пределах от 0,42 до 0,69 т/га. Рассматривая влияние фунгицидов на изменение урожайности, необходимо отметить, что наибольшее влияние на повышение урожайности оказывал препарат ТМТД, ВСК, в вариантах с применением этого фунгицида урожайность была наибольшей, достоверно подтвержденная математической обработкой, как в сочетании с Оптимом, КС, так и с Аканто Плюс, КС, за исключением протравителя Делит Про, КС, при применении которого урожайность по сравнению с ТМТД, КС была в пределах ошибки опыта. Максимальная урожайность получена при обработке семян ТМТД, КС с нормой применения 6 л/т и последующей обработкой растений препаратом Аканто Плюс, КС с нормой применения 0,6 л/га, урожайность в этом варианте составляла 3,82 т/га, что больше контроля на 22,0%.

В седьмой главе «Качество семян сои, выращиваемой в почвенно-климатических условиях Центрального Предкавказья, в зависимости от биотических факторов» экспериментальным путём установлено, что на черноземе выщелоченном содержание белка в семенах сои варьировало в зависимости от сорта от 35,9 до 41,9% (таблица 11). Сорт Дуар (Ст) отличался высоким содержанием белка – 41,9%, что и являлось наибольшим показателем среди изучаемых сортов сои. Изучаемые сорта сои достоверно уступали стандартному сорту по содержанию белка в семенах от 4,2 до 6,0%. По содержанию растительного жира выделился сорт Восточка – 22,8%. Наибольший сбор белка – 0,672 т/га с единицы площади посева получен при выращивании сорта Парус, а растительного жира – 0,389 т/га – сорта Зара.

На черноземе обыкновенном в среднем за три года содержание белка в семенах сои варьировало от 36,7 до 43,4%. Семена стандарта отличались достаточно высоким содержанием белка – 42,0%, на уровне стандартного сорта находились сорта Дуниза, Вилана и Восточка, уступая по содержанию белка сорту Дуар от 0,1 до 1,2%, что находилось в пределах ошибки опыта. Сорт Зара превосходил по содержанию белка стандарт на 1,4%. Максимальное содержание растительного жира отмечено у сорта Восточка – 22,8%, что позволило получить максимальный сбор растительного жира – 0,422 т/га с единицы площади посева, наибольший сбор белка с единицы площади посева получен при выращивании сорта Зара – 0,824 т/га.

В условиях орошения на черноземе обыкновенном содержание белка в семенах сои было меньшим по сравнению с семенами сои, полученными на опытных участках чернозема выщелоченного и обыкновенного без применения орошения. Количество белка в семенах сои варьировало в зависимости от сорта от 36,0 до 40,3%.

Таблица 11 – Показатели качества семян и сбор белка и растительного жира в зависимости от сорта
в среднем за 2017–2018 гг.

Сорт	Урожайность, т/га			Содержание, %						Сбор, т/га					
				белка			растительного жира			белка			растительного жира		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Дуар (Ст)	1,69	1,92	2,89	41,9	42,0	40,3	22,1	21,7	22,3	0,637	0,725	1,048	0,336	0,375	0,598
Лира	1,59	1,55	2,06	36,6	39,3	36,0	19,3	21,4	19,2	0,523	0,548	0,667	0,276	0,298	0,356
Селекта 101	1,54	1,60	2,34	35,9	36,7	36,7	19,9	21,7	19,0	0,497	0,528	0,772	0,275	0,312	0,400
Бара	1,45	1,52	2,12	37,4	39,0	36,5	19,8	20,7	21,6	0,488	0,533	0,696	0,258	0,283	0,408
Селекта 201	1,75	1,83	2,77	37,6	38,4	36,8	21,4	22,5	22,2	0,592	0,632	0,917	0,337	0,370	0,548
Дуниза	1,61	1,66	2,80	39,4	41,9	39,3	21,4	20,8	21,8	0,571	0,626	0,990	0,310	0,310	0,549
Парус	1,98	2,17	3,10	37,7	40,2	38,6	21,0	22,7	23,2	0,672	0,785	1,077	0,374	0,443	0,647
Кора	1,87	2,12	3,34	39,5	41,0	39,2	21,9	22,4	23,1	0,665	0,782	1,178	0,368	0,427	0,694
Вилана	1,78	2,00	2,92	37,5	41,8	37,0	20,7	20,9	22,5	0,600	0,752	0,972	0,332	0,376	0,591
Весточка	1,88	2,06	2,98	36,2	40,8	37,0	22,8	22,8	23,6	0,612	0,756	0,968	0,386	0,422	0,633
Зара	1,94	2,11	3,14	37,8	43,4	37,3	22,3	20,9	21,7	0,660	0,824	1,054	0,389	0,396	0,613
НСР ₀₅	0,21	0,24	0,13	2,8	1,7	1,6	1,0	0,9	1,7	–	–	–	–	–	–

Примечание: 1 – чернозем выщелоченный; 2 – чернозем обыкновенный; 3 – чернозем обыкновенный (орошение).

Изучаемые сорта сои уступали стандартному сорту Дуар – 40,3% по содержанию белка в семенах от 1,1 до 4,3%. Содержание растительного жира в условиях орошения в зависимости от сорта варьировало от 19,0 до 23,6%, наибольшее содержание его отмечено в семенах сои сорта Восточка – 23,6, по сравнению со стандартом больше на 1,3%. Наибольший сбор с единицы площади в условиях орошения на черноземе обыкновенном белка – 1,178 и растительного жира – 0,694 т/га получен при выращивании среднескороспелого сорта Кора.

Сочетание внесения аммофоса в дозе $N_{24}P_{104}$ и обработки семян Ризоторфином увеличивало содержание белка в семенах сои на 1,3% по сравнению с контролем. Минеральные удобрения и Ризоторфин не повлияли на содержание растительного жира, в среднем по вариантам опыта этот показатель колебался от 20,0 до 22,4%. Наибольший сбор растительного жира получен при сочетании: аммофос ($N_{24}P_{104}$) и Ризоторфин – у сортов Селекта 101, Селекта 201 и Селекта 302, от 0,41 до 0,54, что больше контроля на 0,05–0,07 т/га.

В восьмой главе «Экономическая эффективность элементов агротехнологии, используемых при выращивании сои на семена в условиях Центрального Предкавказья» дана экономическая оценка рекомендуемым для увеличения продуктивности семян и качественных показателей сои, выращиваемой в качестве технической культуры. Экономическая эффективность приемов повышения продуктивности сои рассчитывалась по технологическим картам с использованием действующих нормативных затрат и цен 2019–2020 гг. При выращивании сои на черноземе выщелоченном затраты на производство семян сои в зависимости от сорта находились в пределах от 32308 до 32472 руб/га. В зависимости от изучаемого сорта прибыль варьировала от 3971 до 16028 руб/га. Наибольшая прибыль на 1 га получена в группе скороспелых сортов сортом Лира – 7426, среднескороспелых – Парус – 17016 и среднеспелых – Зара – 16028 руб/га. Наибольший уровень рентабельности установлен при выращивании среднескороспелого сорта Парус – 52,4 %.

При выращивании сои на черноземе обыкновенном затраты на производство семян в зависимости от сорта находились в пределах от 3302 (сорт Бара) до 32545 (сорт Парус) руб/га (таблица 12). Наибольшая прибыль получена при выращивании среднескороспелого сорта Парус – 21705 руб/га, уровень рентабельности при этом составлял 66,7%.

В условиях орошения на черноземе обыкновенном затраты на производство семян сои значительно возросли за счет применения орошения и в зависимости от сорта находились в пределах от 37245 (сорт Лира) до 37652 руб/га (сорт Кора). Наибольшая прибыль на 1 га при орошении на черноземе обыкновенном получена при выращивании среднескороспелого сорта Кора – 45848 руб/га (уровень рентабельности – 121,8%).

При применении удобрений и обработке семян Ризоторфином в 2008–2010 гг. в условиях орошения на черноземе обыкновенном затраты на производство семян сои среднеспелого сорта Селекта 302 в зависимости от варианта варьировали от 32791 до 39166 руб/га. Себестоимость 1 тонны семян в контрольном варианте без удобрений и Ризоторфина составляла 13276 руб/т, при внесении различных доз удобрений она увеличивалась до 14527 руб/т ($N_{12}P_{52}$ + Ризоторфин).

Таблица 12 – Экономическая эффективность выращивания сортов сои различных групп спелости
в среднем за 2017–2019 гг.

Сорт	Урожайность, т/га			Себестоимость, руб/т			Затраты, руб/га			Прибыль, руб/га			Уровень рентабельности, %		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Дуар (Ст)	1,69	1,92	2,89	19145	16909	12979	32356	32465	37509	9894	15535	34741	30,6	47,8	92,6
Лира	1,59	1,55	2,06	20329	20846	18080	32324	32311	37245	7426	6439	14255	23,0	19,9	38,3
Селекта 101	1,54	1,60	2,34	20979	20204	15955	32308	32327	37334	6192	7673	21166	19,2	23,7	56,7
Бара	1,45	1,52	2,12	22262	21251	17577	32279	32302	37264	3971	5698	15736	12,3	17,6	42,2
Селекта 201	1,75	1,83	2,77	18500	17725	13527	32375	32437	37470	11375	13313	31780	35,1	41,0	84,8
Дуниза	1,61	1,66	2,80	20081	19486	13386	32330	32346	37480	7920	9154	32520	24,5	28,3	86,8
Парус	1,98	2,17	3,10	16406	14998	12121	32484	32545	37575	17016	21705	39925	52,4	66,7	106,3
Кора	1,87	2,12	3,34	17353	15344	11273	32450	32529	37652	14300	20471	45848	44,1	62,9	121,8
Вилана	1,78	2,00	2,92	18193	16245	12849	32384	32491	37518	12116	17509	35482	37,4	53,9	94,6
Весточка	1,88	2,06	2,98	17262	15781	12596	32453	32510	37537	14547	18990	36963	44,8	58,4	98,5
Зара	1,94	2,11	3,14	16738	15415	11971	32472	32526	37588	16028	20224	40912	49,4	62,2	108,8

Примечание: 1 – чернозем выщелоченный; 2 – чернозем обыкновенный; 3 – чернозем обыкновенный (орошение).

Наибольшая прибыль получена при внесении аммофоса в дозе $N_{24}P_{104}$ – 25125, при уровне рентабельности 68,8%.

Инокуляции семян бактериальными препаратами с применением прилипателя на черноземе обыкновенном позволяет утверждать о высокой эффективности данного агроприема, прибыль увеличивалась по сравнению с контролем с 1647 (препарат Нитрофикс П) до 8778 (Ризоторфин, штамм 62ба + пленкообразователь) руб/га. Максимальная прибыль – 25182 руб/га (уровень рентабельности 103,6%) получена при комплексной обработке семян Ризоторфином, штамм 62ба с пленкообразователем.

При применении гербицидов в посевах сои затраты увеличиваются и колеблются в зависимости от препаратов и схем их применения от 31314 до 41577 руб/га. Наибольшая прибыль получена при комплексном применении гербицидов: почвенной обработке Пледж, СП с нормой применения 0,12 кг/га и баковой смеси препаратов Базагран, ВР (2,0 л/га) + Хармони, СТС (0,008 кг/га) по вегетации – 40105 руб/га (уровень рентабельности 106,5%).

При применении предпосевной обработки семян фунгицидами и обработке растений в фазу бутонизации затраты увеличивались и колебались в зависимости от препаратов, схем их применения и стоимости от 37218 до 38093 руб/га. Наибольшая прибыль получена при предпосевной обработке семян препаратом ТМТД, ВСК 6,0 л/т и растений препаратом Аканто Плюс, КС 0,6 л/га – 39279 руб/га, уровень рентабельности при этом составлял 103,4%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании анализа цифровых данных, полученных в результате исследований, проведенных с 2008 по 2020 г. в почвенно-климатических условиях Центрального Предкавказья, по изучению влияния абиотических и антропогенных факторов на продуктивность, качество и экономические показатели возделывания семян сои, нами сделаны следующие выводы:

Почвенные разности и климатические условия Центрального Предкавказья позволяют за счёт агротехнических приёмов организовать экономически эффективное производство высококачественных семян сои, востребованных для глубокой переработки.

Анализ цифрового материала, полученного в результате изучения влияния абиотических факторов (температурный режим, количество выпадающих осадков, гидротермический коэффициент) на рост и развитие сортов сои, районированных в Северо-Кавказском регионе, свидетельствует о том, что в почвенно-климатических условиях Центрального Предкавказья целесообразно:

– в условиях Ставропольской возвышенности (опытная станция Ставропольского ГАУ) возделывать среднескороспелые сорта сои, обеспечивающие наибольшую продуктивность и сбор растительного жира и протеина. Оптимальным ГТК в процессе вегетации сои является 1,0–1,2. Урожайность на 75,4% зависела от количества осадков, выпадающих за вегетационный период.

Изменение урожайности среднеспелых сортов находилось в обратной зависимости от суммы активных температур на 52,8%, оптимальной суммой является – 2700,0–2750,0°С. Зависимость урожайности от коэффициента гидротермического увлажнения находилось на уровне со среднескороспелыми сортами и составляла 75,3%.

Урожайность среднескороспелых сортов в большей степени – на 68,4% зависела от количества осадков, выпадающих за вегетационный период, и на 54,1% – от суммы активных температур. Оптимальное количество осадков находится в пределах от 250 до 350 мм, а оптимальная сумма активных температур – 2500,0–2560,0°С.

Скороспелая группа сортов оказалась низкоурожайной и неперспективной для выращивания в почвенно-климатических условиях Центрального Предкавказья;

– в условиях северного пологого склона Кубано-Лабинского подразделения восточной зоны Краснодарского края (филиал ФГБНУ «ФНАЦ «ВНИИМК имени В.С. Пустовойта») в среднем за десять лет урожайность семян среднескороспелых сортов составила 1,77 т/га, среднеспелыми получена прибавка урожая в пределах ошибки опыта (0,09 т/га) по сравнению с сортами, используемыми в качестве стандарта. Скороспелая группа сортов формировала урожайность меньше на 0,27–0,36 т/га по сравнению со среднескороспелыми и среднеспелыми.

Для среднескороспелых сортов высокая зависимость от гидротермического коэффициента увлажнения отмечалась в июле и августе, влияние на урожайность сои обусловлено изменением гидротермического коэффициента увлажнения на 52,9–58,5% соответственно.

Среднеспелые сорта проявляли высокую зависимость от ГТК в наибольшей степени в августе, влияние на урожайность семян сои по этому показателю составила 68,9%.

На урожайность скороспелых сортов на 65,2% оказали влияние осадки, выпавшие в июле. Оптимальное количество осадков за вегетационный период находилось в пределах от 250 до 300 мм. Также достаточно велико влияние ГТК, за вегетационный период на 78,6% изменение урожайности обусловлено изменением данного фактора. Сумма активных температур на урожайность данной группы спелости оказывала наименьшее влияние, так как коэффициент детерминации данного признака наименьший, то есть изменение урожайности всего на 29,6% обусловлено изменением суммы активных температур.

В результате проведенных в течение трех лет исследований установлено, что на черноземах: выщелоченном и обыкновенном, – в посевах скороспелого сорта Лира, среднескороспелых сортов Дуар, Парус и среднеспелого сорта Зара к периоду физиологического созревания сохраняется наибольшее количество – от 85,7 до 89,7% развитых и образующих урожай растений. Наиболее скороспелым отмечен сорт Бара, вегетационный период которого составляет 87–99 дней, наиболее продолжительный вегетационный период установлен у сортов Вилана и Зара – 115–129 дней. Наибольшей высотой растения – 116,0–

114,6 см с высоким прикреплением нижнего боба на уровне 13,8–14,7 см был среднеспелый сорт Зара, наименьшая высота растений была у скороспелого сорта Бара – 61,4–76,4 см с прикреплением нижнего боба на уровне 10,2–11,0 см. В процессе фотосинтеза наибольшая площадь листьев в фазу образования бобов – 46,95–48,64 тыс. м²/га и наиболее высокий фотосинтетический потенциал посевов – 1225–1320 тыс. м²·сутки/га были образованы сортами среднеспелой группы Вилана и Зара. Максимальная урожайность получена среднескороспелым сортом Парус – 2,25 т/га при 7,2 г семян с растения на черноземе выщелоченном и 2,40 т/га и 7,8 г семян – с растения на черноземе обыкновенном, при этом данным сортом была получена и наибольшая масса 1000 семян – 150,6–162,0 г.

В среднем за три года исследований получен положительный эффект от сочетания обработки семян биопрепаратом и использования плёнкообразователя в богарных условиях на Армавирской опытной станции ВНИИМК. Лучшим оказался биопрепарат, используемый в сочетании с плёнкообразователем, производимый ВНИИ микробиологии, средняя урожайность за три года составила 2,23 т/га, что больше контроля на 0,43 т/га. Эффект от агроприёма составил 23,9%. Прибавка к контролю была получена за счёт формирования к уборке 30,6 шт/м² растений, на одном растении формировалось 51,1 шт. семян, масса которых с одного растения составила 7,5 грамма. Общий симбиотический потенциал (ОСП), так же как и активный симбиотический потенциал сои (АСП), был наибольшим на варианте с использованием биопрепаратов, производимых ВНИИ микробиологии, эффективными оказались оба изучаемых штамма клубеньковых бактерий (Ризоторфин, штамм 626а и Ризоторфин, штамм 634б). Плёнкообразователь на этих вариантах оказал положительное действие: ОСП соответственно составил 8680 и 8452, а АСП – 8561 и 8266 кг·дней/га.

На черноземе обыкновенном в условиях орошения максимальная биологическая урожайность получена среднескороспелым сортом Кора – 3,78 т/га, что больше стандарта сорта Дуар на 0,45 т/га, при этом на растении было сформировано 28,0 бобов с массой семян с растения 9,4 г и массой 1000 семян – 149,2 г.

Получен положительный эффект от сочетания внесения аммофоса под основную обработку и инокуляции семян Ризоторфином при выращивании среднеспелого сорта сои на орошении. В среднем за три года исследований наибольшая урожайность 2,99 т/га была получена при внесении аммофоса в дозе N₂₄P₁₀₄ и обработке семян Ризоторфином при выращивании среднеспелого сорта Селекта 302. Прибавка к контролю 0,28 т/га была получена за счёт формирования к уборке 35,2 шт/м² растений, на одном растении формировалось 60 семян, масса которых с одного растения составила 9,2 г.

Наибольшая биологическая эффективность в борьбе с сорной растительностью в посевах сои получена при внесении до всходов почвенного гербицида Пледж, СП, 0,12 кг/га; Базагран, ВР, 2 л/га + Хармони, СТС, 0,008 кг/га, количество и сырая масса сорной растительности снижались на 93,5

и 99,3%, урожайность семян составляла 3,11 т/га, а эффект от химической прополки – 57,0%.

При применении фунгицидов в борьбе с болезнями сои наибольший эффект получен при обработке семян протравителем ТМТД, КС, с нормой применения 6 л/т и последующей обработке растений препаратом Аканто Плюс, КС, с нормой применения 0,6 л/га, была получена урожайность в 3,82 т/га, что больше контроля на 22,0%.

Наибольший сбор белка – 0,660 и растительного жира – 0,389 т/га с единицы площади получен при выращивании на черноземе выщелоченном среднеспелого сорта Зара. При выращивании сои на черноземе обыкновенном максимальное содержание растительного жира отмечено у сорта Восточка – 22,8%, что позволило получить максимальный сбор растительного жира – 0,422 т/га, наибольший сбор белка с единицы площади посева получен при выращивании сорта Зара – 0,824 т/га. Наибольший сбор белка – 1,178 т/га с единицы площади посева в условиях орошения на черноземе обыкновенном и растительного жира – 0,694 т/га получен при выращивании среднескороспелого сорта Кора.

Сочетание внесения аммофоса в дозе $N_{24}P_{104}$ и обработки семян Ризоторфином увеличивает содержание белка в семенах сои на 1,3% по сравнению с контролем. Минеральные удобрения и Ризоторфин не повлияли на содержание растительного жира, в среднем по вариантам опыта этот показатель колебался от 20,0 до 22,4%. Наибольший сбор растительного жира получен при сочетании: аммофос ($N_{24}P_{104}$) и Ризоторфин – у сортов Селекта 101, Селекта 201 и Селекта 302, от 0,41 до 0,54, что больше контроля на 0,05–0,07 т/га.

Установлен наибольший уровень рентабельности при выращивании среднескороспелого сорта Парус на черноземе выщелоченном – 52,4%, на черноземе обыкновенном – 66,7% и в условиях орошения на черноземе обыкновенном среднескороспелого сорта Кора – 121,8%. Применение бактериальных препаратов для предпосевной обработки семян сои позволяет получить достаточно высокий уровень рентабельности – 73,8–95,7%, экономический эффект усиливался при применении дополнительно пленкообразователя на 7,0–13,0%. Максимальный уровень рентабельности был получен при комплексной обработке семян Ризоторфином, штамм 626а с пленкообразователем – 103,6%.

Наибольшая прибыль – 22638–25125 руб/га получена при внесении аммофоса ($N_{12}P_{52}$) и обработке семян Ризоторфином сортами Вилана и Селекта 302, относящимися к среднеспелым. Уровень рентабельности в данном варианте был также наиболее высоким: при выращивании сортов Вилана – 62,1 и Селекта 302 – 68,8%.

На черноземе обыкновенном в условиях орошения при применении почвенной обработки гербицидом Пледж, СП с нормой применения 0,12 кг/га и баковой смесью препаратов Базагран, ВР (2,0 л/га) + Хармони, СТС (0,008 кг/га) по вегетации получена наибольшая прибыль – 40105 руб/га с уровнем рентабельности выращивания сои 106,5%, наиболее рентабельна

защита сои от болезней при протравливании семян препаратом ТМТД, ВСК, 6,0 л/т и обработке растений препаратом Аканто Плюс, КС, 0,6 л/га – 103,4%, прибыль при этом составляла 39279 руб/га.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВУ

Сельскохозяйственным предприятиям различной формы собственности, ведущим свою деятельность в Центральном Предкавказье, при выращивании сои, убираемой на семена, рекомендуется:

– для получения стабильного урожая семян 1,94–2,17 т/га, с высоким содержанием растительных белка и жира (39,0–43,2% и 20,0–22,3% соответственно), при выращивании после озимой пшеницы в условиях без орошения на черноземах выщелоченном и обыкновенном следует использовать среднескороспелые сорта сои, имеющие продолжительность вегетационного периода от 108 до 120 дней, такие как Дуар, Парус, Кора.

– при выращивании на орошении на черноземе обыкновенном для получения урожайности 3,1–3,3 т/га рекомендуется высевать среднескороспелые сорта Парус и Кора и среднеспелые сорта Восточка и Зара, имеющие продолжительность вегетационного периода от 125 до 127 дней, – Зара.

– в условиях орошения под первую культивацию вносить аммофос в дозе $N_{24}P_{104}$, семена перед посевом обрабатывать Ризоторфином, штамм 626а (в сочетании с плёнкообразователем, производимым ВНИИ микробиологии).

– до всходов следует внести почвенный гербицид Пледж СП (0,12 кг/га) и по вегетирующим растениям при образовании первого – второго тройчатого листа у растений сои проводить обработку баковой смесью Базагран ВР (2,0 л/га) + Хармони СТС (0,008 кг/га).

– в борьбе с болезнями сои проводить протравливание семян препаратом ТМТД, ВСК, 6,0 л/т и обработку растений препаратом Аканто Плюс, КС, 0,6 л/га.

СПИСОК НАУЧНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России:

1. Совершенствование технологии возделывания сои / В.М. Лукомец, В.М. Пенчуков, В.А. Тильба, Н.И. Зайцев, **О.Г. Шабалдас**, А.С. Бушнев // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – №52. – С. 88–95.

2. Образование клубеньков в зависимости от предпосевной обработки семян сои бактериальными препаратами / Н.И. Зайцев, О.М. Агафонов, **О.Г. Шабалдас**, О.И. Власова // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2017. – №1 (169). – С. 64–68.

3. Продуктивность сои при применении ризобийных препаратов и стимуляторов роста / О.М. Агафонов, **О.Г. Шабалдас**, Т.Г. Зеленская и др. // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – 2018. – №3 (36). – С. 7–9.

4. Фотосинтетическая деятельность и продуктивность сои в зависимости от активности симбиоза / **О.Г. Шабалдас**, О.М. Агафонов, А.С. Голубь и др. // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – 2018. – №1 (34). – С. 7–11.

5. Продуктивность сортов сои различных групп спелости в условиях восточной зоны Краснодарского края / **О.Г. Шабалдас**, Н.И. Зайцев, К.И. Пимонов и др. // Земледелие. – 2019. – №7. – С. 38–40. – DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10710.

6. Экономическая эффективность возделывания сои в зависимости от агрометеорологических условий / **О.Г. Шабалдас**, К.И. Пимонов, С.С. Фролов и др. // Вестник АПК Ставрополя. – 2020. – №4 (40). – С. 74–80. – DOI: 10.31279/2222-9345-2020-9-40-74-80.

7. Урожайность сортов сои различных групп спелости при естественном плодородии почвы в условиях орошения / **О.Г. Шабалдас**, К.И. Пимонов, Л.В. Трубачева, С.С. Вайцеховская // Земледелие. – 2020. – №3. – С. 41–44. – DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10311.

8. Эффективность выращивания сои с применением удобрений и биопрепарата на черноземе обыкновенном в условиях орошения / **О.Г. Шабалдас**, К.И. Пимонов, А.П. Солодовников, С.С. Вайцеховская // Аграрный научный журнал. – 2020. – №8. – С. 48–53. – DOI: 10.28983/asj.y2020i8pp48-53.

9. Продуктивность сортов сои культурной южного экотипа, возделываемых на черноземе обыкновенном в богарных условиях / **О.Г. Шабалдас**, Н.И. Зайцев, К.И. Пимонов, Э.Г. Устарханова // Вестник АПК Ставрополя. – 2020. – №1 (37). – С. 79–84. – DOI: 10.31279/2222-9345-2020-9-37-79-84.

10. Реакция сортов сои различных групп спелости на абиотические факторы в условиях Восточной зоны Краснодарского края / **О.Г. Шабалдас**, К.И. Пимонов, Н.И. Зайцев и др. // Аграрный научный журнал. – 2021. – №10. – С. 67–72. – DOI: 10.28983/asj.y2021i10pp67-72.

11. Особенности возделывания сои в зависимости от видового разнообразия сорной растительности на орошении в условиях степной зоны Центрального Предкавказья / **О.Г. Шабалдас**, К.И. Пимонов, А.Н. Есаулко и др. // Земледелие. – 2021. – № 3. – С. 45–48. – DOI: 10.24411/0044-3913-2021-10310.

12. Влияние абиотических факторов на урожайность и качество зерна сои, выращиваемого на орошении в условиях степной зоны Центрального Предкавказья / **О.Г. Шабалдас**, К.И. Пимонов, С.И. Коржов и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2021. – №174. – С. 406–418. – DOI: 10.21515/1990-4665-174-031.

13. Агрохимическая и экономическая оценка применения минеральных удобрений и ризоторфина на сортах сои различных групп спелости в условиях орошения / **О.Г. Шабалдас**, К.И. Пимонов, А.Н. Есаулко и др. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2021. – №2 (62). – С. 209–222. – DOI: 10.32786/2071-9485-2021-02-22.

14. **Шабалдас, О.Г.** Реакция скороспелых сортов сои на применение минеральных удобрений и ризоторфина на черноземе обыкновенном / **О.Г. Шабалдас**, К.И. Пимонов, С.С. Вайцеховская // Вестник АПК Ставрополя. – 2021. – №2 (42). – С. 23–27. – DOI: 10.31279/2222-9345-2021-10-42-23-27.

15. Есаулко, А.Н. Урожайность и качество зерна сои, выращиваемой в почвенно-климатических условиях Ставропольской возвышенности / А.Н. Есаулко, **О.Г. Шабалдас**, К.И. Пимонов // Вестник АПК Ставрополя. – 2021. – №4 (44). – С. 27–31. – DOI: 10.31279/2222-9345-2021-10-43-27-31.

16. Влияние метеорологических факторов на урожайность и качество зерна сортов сои, относящихся к различным группам спелости, в условиях Ставропольской возвышенности / **О.Г. Шабалдас**, К.И. Пимонов, А.Н. Есаулко, О.П. Григорьева // Аграрный научный журнал. – 2022. – №3. – С. 51–54. – DOI: 10.28983/asj.y2022i3pp51-54.

17. Фотосинтетическая активность посевов сои в зависимости от сорта в условиях Центрального Предкавказья / **О.Г. Шабалдас**, А.Н. Есаулко, О.И. Власова, И.А. Вольтерс // Земледелие. – 2022. – №8. – С. 31–34. – DOI: 10.24412/0044-3913-2022-8-31-34.

18. Эффективность фунгицидов при выращивании сои в условиях Центрального Предкавказья на орошении / **О.Г. Шабалдас**, К.И. Пимонов, А.П. Шутко, Ю.А. Безгина // Аграрный научный журнал. – 2023. – №10.

Публикации в изданиях, индексируемых в Web of Science и Scopus

19. Symbiotic activity and productivity of soybean, depending on the methods of presowing treatment of soybean seeds in the conditions of Central Ciscaucasia / **O.G. Shabaldas**, A.S. Golub,

T.G. Zelenskaya et al. // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2018. – Т. 9, №4. – С. 688–691.

20. Biological features and productivity of soybean varieties grown in the unstable moisture zone on leached chernozem / **O.G. Shabaldas**, I.A. Donets, A.S. Golub et al. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – 2020. – С. 52072. – DOI: 10.1088/1755-1315/548/5/052072.

21. **Shabaldas, O.G.** Influent of seed treatment with bacterial preparations on indicators of crop structure and soybean yield / **O.G. Shabaldas**, O.I. Vlasova, O.V. Mukhina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2022. – С. 12044. – DOI: 10.1088/1755-1315/1076/1/012044.

Патенты и авторские свидетельства

22. Патент РФ на изобретение № 2773938 «Способ борьбы с сорной растительностью в посевах сои» / **Шабалдас О.Г.**, Власова О.И., Пимонов К.И., Голубь А.С. ; заявитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ставропольский государственный аграрный университет» с датой регистрации: 20.12.2021. – 1 с.

Рекомендации

23. **Шабалдас, О.Г.** Рекомендации по применению микробиологических препаратов и регуляторов роста при возделывании сои в зоне неустойчивого увлажнения Краснодарского края / **О.Г. Шабалдас**, О.М. Агафонов. – Армавир : ООО «Редакция газеты «Армавирский собеседник», 2016. – 44 с.

Публикации в региональных изданиях и материалах конференций

24. **Шабалдас, О.Г.** Влияние применения удобрений, биостимуляторов и микроэлементов на урожайность сортов сои в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края / **О.Г. Шабалдас**, Ю.А. Панков, И.А. Жигальцова // Инновации аграрной науки и производства: состояние, проблемы и пути решения. – 2008. – С. 128–130.

25. **Шабалдас, О.Г.** Видовой состав сорной растительности и эффективность применения гербицидов в посевах сои / О.Г. Шабалдас, И.А. Жигальцова, А.В. Гофман // Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Южного федерального округа. 73-я научно-практическая конференция. – 2009. – С. 153–156.

26. **Шабалдас, О.Г.** Экологическое испытание сортов сои в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края / **О.Г. Шабалдас**, И.В. Жигальцова, А.В. Гофман // Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Южного федерального округа. 73-я научно-практическая конференция. – 2009. – С. 156–159.

27. Влияние применения инкрустации семян бактериальными препаратами на урожайность сои / Н.И. Зайцев, О.М. Агафонов, **О.Г. Шабалдас**, А.Н. Медведева // Научно обоснованные системы земледелия: теория и практика : материалы научно-практической конференции, приуроченной к 80-летию юбилею В.М. Пенчукова. – 2013. – С. 101–103.

28. Шахрудинов, И. Экономическая эффективность применения бактериальных препаратов и стимуляторов роста в посевах сои / И. Шахрудинов, **О.Г. Шабалдас** // Образование. Наука. Производство – 2013 : материалы научно-практической конференции. – 2013. – С. 126–127.

29. Влияние инкрустации семян и обработки растений стимуляторами роста на урожайность сои / А.И. Войсковой, О.М. Агафонов, **О.Г. Шабалдас**, П.Е. Степин // Научно обоснованные системы земледелия: теория и практика : материалы научно-практической конференции, приуроченной к 80-летию юбилею В.М. Пенчукова. – 2013. – С. 39–42.

30. Эффективность применения бактериальных препаратов в посевах сои в зоне неустойчивого увлажнения / О.М. Агафонов, Н.И. Зайцев, **О.Г. Шабалдас**, П.В. Степин // Актуальные вопросы экологии и природопользования : сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. – 2014. – С. 167–170.

31. Влияние применения обработки семян бактериальными препаратами на продуктивность растений сои / О.М. Агафонов, **О.Г. Шабалдас**, А.И. Войсковой и др. // Аграрная

наука, творчество рост : сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. – 2014. – С. 8–11.

32. Куценко, А.А. Обработка семян бактериальными препаратами / А.А. Куценко, **О.Г. Шабалдас**, И.М. Шахрудинов // Аграрная наука, творчество рост : сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. – 2014. – С. 102–104.

33. Влияние бактериальных удобрений на фотосинтетическую и азотфиксирующую деятельность растений сои / **О.Г. Шабалдас**, Н.И. Зайцев, О.М. Агафонов, А.М. Гожев // Эволюция и деградация почвенного покрова: сборник научных статей по материалам IV Международной научной конференции. – 2015. – С. 370–373.

34. Агафонов, О.М. Эффективность обработки семян бактериальным препаратом, стимулятором роста и внекорневой подкормки растений сои органическим удобрением / О.М. Агафонов, **О.Г. Шабалдас**, О.В. Мухина // Питательные зёрна устойчивого будущего – международный год зернобобовых (МГЗ) 2016 : сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 9–12.

35. **Шабалдас, О.Г.** Применение бактериального удобрения и стимуляторов роста в посевах сои / **О.Г. Шабалдас**, О.М. Агафонов, Ю. Михеева // Научный взгляд в будущее. – 2016. – Т. 9, №1. – С. 36–39.

36. **Шабалдас, О.Г.** Влияние применения химических и биологических средств защиты растений на развитие болезней в посевах сои / **О.Г. Шабалдас**, О.Ю. Гудиев, П. Степин // Научный взгляд в будущее. – 2016. – Т. 9, №1. – С. 39–43.

37. Экономическая эффективность применения микробиологических препаратов для обработки семян сои / О.М. Агафонов, **О.Г. Шабалдас**, О.В. Мухина, В.В. Киц // Эволюция и деградация почвенного покрова : сборник научных статей по материалам V Международной научной конференции. – 2017. – С. 214–215.

38. Влияние обработки семян ризобияльным препаратом, стимуляторами роста и вегетирующих растений органическим удобрением на продуктивность сои / **О.Г. Шабалдас**, Н.С. Чухлебова, О.В. Мухина и др. // Эволюция и деградация почвенного покрова : сборник научных статей по материалам V Международной научной конференции. – 2017. – С. 314–315.

39. Продуктивность сои при применении стимуляторов роста в сочетании с обработкой семян ризобияльным препаратом / О.М. Агафонов, **О.Г. Шабалдас**, Т.Г. Зеленская, Е. Сагадеева // Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки : материалы III Международной научной конференции / научный редактор В.С. Паштецкий. – 2018. – С. 22–23.

40. Агафонов, О.М. Фотосинтетическая деятельность растений сои в зависимости от обработки семян ризобияльным препаратом и стимуляторами роста при различных способах посева / О.М. Агафонов, **О.Г. Шабалдас** // Теоретические и технологические основы биогеохимических потоков веществ в агроландшафтах : сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, приуроченной к 65-летию кафедры агрохимии и физиологии растений Ставропольского ГАУ. – 2018. – С. 388–390.

41. Продуктивность сои при применении ризобияльных препаратов и стимуляторов роста / О.М. Агафонов, **О.Г. Шабалдас**, Т.Г. Зеленская и др. // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – 2018. – №3 (36). – С. 7–9.

42. **Шабалдас, О.Г.** Эффективность применения гербицидов в посевах сои в условиях орошения / **О.Г. Шабалдас**, К.И. Пимонов, С.С. Вайцеховская // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : сборник трудов Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ. – Казань, 2021. – С. 299–301.

43. **Шабалдас, О.Г.** Защита посевов сои от вредителей болезней и сорняков в условиях зоны неустойчивого увлажнения при орошении / **О.Г. Шабалдас**, К.И. Пимонов, С.С. Вайцеховская // Теория и практика современной аграрной науки : сборник IV Национальной (Всероссийской) научной конференции с международным участием. Новосибирский государственный аграрный университет. – Новосибирск, 2021. – С. 257–259.

44. **Шабалдас, О.Г.** Урожайность зерна сои, выращиваемой в почвенно-климатических условиях Ставропольского края / **О.Г. Шабалдас**, К.И. Пимонов // Современные ресурсосберегающие инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Северо-Кавказском федеральном округе : сборник материалов региональной конференции,

приуроченной к 90-летию со дня рождения доктора биологических наук, профессора Тюльпанова Вадима Ивановича. – Ставрополь, 2021. – С. 213–217.

45. **Шабалдас, О.Г.** Урожайность перспективных сортов сои, выращиваемых в условиях опытной станции Ставропольского ГАУ / **О.Г. Шабалдас**, К.И. Пимонов, О.П. Григорьева // Актуальные проблемы использования почвенных ресурсов и пути оптимизации антропогенного воздействия на агроценозы: цифровизация, экологизация, основы органического земледелия : материалы Международной научно-практической конференции (посвященная 181-летию Донского ГАУ). – Персиановский, 2021. – С. 61–67.

46. Experience Of Growing Soybeans (Glycine Max (L) Merryll) On Irrigation In The Unstable Moisture Zone Of The Stavropol Territory / **O.G. Shabaldas**, K.I. Pimonov, O.I. Vlasova, V.M. Perederieva // E3S WEB OF CONFERENCES. International Conference on Advances in Agrobusiness and Biotechnology Research (ABR 2021). – 2021. – С. 02026.

47. **Шабалдас, О.Г.** Формирование фотосинтетического аппарата в зависимости от применения минеральных удобрений и ризоторфина / **О.Г. Шабалдас**, К.И. Пимонов // Эволюция и деградация почвенного покрова : сборник научных статей по материалам VI Международной научной конференции. – Ставрополь, 2022. – С. 346–350.