

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

Вэй Жань

**ОПТИМИЗАЦИЯ СПОСОБА И НОРМЫ ПОСЕВА СОРТОВ СОИ
АМУРСКОЙ СЕЛЕКЦИИ**

Специальность: 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство
(сельскохозяйственные науки)

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
кандидат сельскохозяйственных наук

Селихова Ольга Александровна

Благовещенск – 2025 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВА И ТЕОРИИ ПЛОЩАДИ ПИТАНИЯ СОИ.....	10
1.1 Значение и история возделывания сои.....	10
1.2 Анализ технологии возделывания сои в стране и за рубежом.....	17
1.3 Влияние нормы высева семян и способов посева на продуктивность сои.....	34
ГЛАВА 2 ОБЪЕКТ, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	45
2.1 Объект исследования.....	45
2.2 Место и условия проведения исследований.....	46
2.2.1 Почва опытного участка.....	46
2.2.2 Метеорологические условия в годы проведения исследований.....	46
2.3 Схема и методика проведения опытов.....	49
2.3.1 Схема опытов.....	49
2.3.2 Наблюдения и учеты.....	49
2.3.3 Агротехника в опыте	54
ГЛАВА 3 ОПТИМАЛЬНЫЙ СПОСОБ И НОРМА ПОСЕВА СЕМЯН ДЛЯ РОСТА И РАЗВИТИЯ СОИ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЗОНЫ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ.....	56
3.1 Влияние погодных условий на наступление и продолжительность фаз роста и развития сортов сои	56
3.2 Всхожесть и рост сортов сои в зависимости от способа и нормы высева семян.....	63
3.3 Фотосинтетическая деятельность растений сои в зависимости от способа посева и нормы высева семян.....	71
3.4 Зависимость сформированной сухой биомассы растений и эффективность фотосинтеза от способа и нормы посева семян сои.....	82

ГЛАВА 4 УРОВНИ УРОЖАЙНОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ, СПОСОБА И НОРМЫ ВЫСЕВА СОРТОВ СОИ.....	87
4.1 Зависимость урожайности сортов сои от агрометеорологических условий.....	87
4.2 Урожайность и её структура, в зависимости от способа и нормы посева семян сои.....	99
4.3 Посевные качества и биохимический состав семян сортов сои в зависимости от способа посева и нормы высева семян.....	112
4.4 Вынос и коэффициент потребления элементов питания в зависимости от способа и нормы высева сортов сои.....	122
ГЛАВА 5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ И НОРМАХ ПОСЕВА.....	127
5.1 Оценка экономической эффективности возделывания сортов сои.....	127
5.2 Результаты внедрения приемов возделывания сои в производство	131
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	133
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	135
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКЕ ТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	136
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	137
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	168

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Соя в настоящее время – довольно востребованная сельскохозяйственная культура в мире. Она является важным источником белков и жиров, широко используется в пищевой промышленности, а также в животноводстве (Zhang, 2023; Алиева, 2022). Увеличение посевных площадей сои обосновано их влиянием на экономику России, ДФО и спросом на рынке АТС. Валовые сборы семян составляли более 6,8 млн. т в 2023 г. и 7,0 млн. т – в 2024 г. (Дмитриева, 2024). Амурская область – основной регион в РФ по производству сои. Доля её в структуре пашни составляла в 2023 и 2024 гг. 75 %. Средняя урожайность в семнадцати соеяющих образованиях области по результатам уборочной кампании 2024 года была 1,54 т/га, при потенциале сортов выше 3,0-4,0 т/га. В 2024 году посевная площадь культуры доведена до 1,4 млн. га. Дальнейший рост производства сои возможен при увеличении посевных площадей и урожайности (Оганнисян, 2021; Расулова, 2020). Рациональные норма высева и способ посева являются малозатратным агротехническим приемом повышения урожайности сои (Булавинцев, 2023). Оптимальная площадь питания растений способствует максимальному раскрытию морфологических, продукционных и биологических особенностей (Yu, 2021). Она раскрывает потенциал конкретного сорта (Казаченко, 2011). Изучаемые сорта занимают около 20% посевной площади и делятся на детерминатные, индетерминантные и полудетерминантные. В зависимости от типа роста они различались по форме стебля, цветению, распределению бобов на растении, их числу и другим признакам, определяющим урожайность (Wen, 2005).

В настоящее время хозяйства области в основном возделывают сою рядовым способом с междурядьем 15 см и большим расходом семян, без учета индивидуальной реакции сортов на элементы агротехники, заведомо сдерживая их потенциал продуктивности. Изучение влияния способа и нормы посева на рост,

развитие, продуктивность и качество сортов сои, созданных для экологических условий Амурской области, является актуальным.

Исследования по теме диссертации выполнены в соответствии с планом научно-исследовательской работы ФГБОУ ВО Дальневосточного ГАУ по теме «Создание сортов и изучение агробιοлогическιх и агротехнологическιх приемов повышения продукционного процесса сельскохозяйственных культур в системах земледелия» (AAAA–A20–120051890005-5).

Степень научной разработанности проблемы. Исследованиями многих авторов доказано, что норма высева и способ посева являются важными элементами соеводства и оказывают прямое влияние на рост и развитие растений сои, урожай и качество семян (Булавинцев, 2023; Балакай, 2023; Гретченко, 2021; Чепелев, 2020; Таранухο, 2014; Толмачев, 2009).

Огурцов Е. Н. и другие установили влияние способа посева и нормы высева на структуру урожайности сои (Огурцов, 2014; Шахмедов, 2009). Омаровым Ф. Б. и другими учеными установлено влияние способа посева и нормы высева на фотосинтетическую деятельность сои (Омаров, 2019; 周勛波, 2008). Бельшкιна М. Е. и другие выявили влияние способа посева и нормы высева на качество семян сои (Бельшкιна, 2018; Морозов, 2022).

В условиях Приамурья исследования по влиянию агроприемов на продуктивность сортов сои проводили следующие авторы: М. В. Толмачев (2009), В. Т. Синеговская (2007, 2013, 2021), Г. П. Чепелев (2020), А. Е. Гретченко (2021) и другие. Комплексные исследования по влиянию нормы высева и способа посева на рост, развитие растений, формирование фотосинтетических показателей, продуктивность и качество семян сортов сои амурской селекции с разным типом роста растений не проводились. Нет сведений о влиянии абиотических факторов на рост, развитие и продуктивность сои при различных способах и нормах посева, о их взаимосвязи с потреблением и выносом элементов питания из почвы. Актуальность работы, её теоретическая и практическая значимость определили выбор темы, цели, задач исследований, структуру и содержание работы.

Цель исследований – установить оптимальный способ и норму посева для сортов сои с разным типом роста амурской селекции в условиях южной сельскохозяйственной зоны Амурской области.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Определить оптимальный способ и норму посева в различных агрометеорологических условиях для роста, развития и фотосинтетической деятельности высокоурожайных сортов сои Лидия, Персона и Умка;

2. Выявить комплексное влияние абиотических и эдафических факторов, способа и нормы посева на структуру и урожайность сортов сои (Лидия, Умка, Персона), качество семян и коэффициент потребления элементов питания;

3. Определить экономическую эффективность способа и нормы посева при возделывании сортов сои Лидия, Персона и Умка.

Научная новизна исследований. Впервые установлена реакция сортов сои Лидия, Персона, Умка амурской селекции на способы и нормы посева в условиях Среднего Приамурья. Теоретически и экспериментально обоснована оптимальная площадь питания изучаемых сортов сои различного типа роста. Определены коэффициенты выноса питательных веществ из почвы, экономическая эффективность способа и нормы посева при возделывании сортов сои Лидия, Персона и Умка.

Выявлена реакция сортов сои Лидия, Персона и Умка на абиотические и эдафические факторы при оптимальном способе и норме посева. Определен коэффициент потребления элементов питания в зависимости от площади питания растений. Установлена сильная положительная парная корреляционная зависимость между густотой стояния растений и линейными показателями растений сои. Доказана взаимосвязь между урожайностью, её элементами и ГТК у сортов Лидия, Персона и Умка. Получена потенциальная урожайность сорта Умка – 1,93 т/га, Лидия – 1,67 и Персона – 1,59 т/га при оптимальном способе и норме посева.

Теоретическая и практическая значимость. Научная значимость работы заключается в определении оптимальных способа и нормы посева для сортов сои амурской селекции, с разным типом роста в условиях области и установлении зависимостей между ростом, развитием, продуктивностью и качеством сои при изучаемых агроприемах. Полученные данные можно распространять на сорта сои подобного типа роста, оперативно планировать технологические операции по возделыванию сои в условиях Амурской области. Результаты работы будут включены в научно-практические рекомендации.

Материалы диссертации могут служить источником информации для аграриев Амурской области при возделывании сортов сои Лидия, Персона и Умка, с учетом агрометеорологических и почвенных условий для получения планируемой урожайности. Лучшие приемы внедрены в сельскохозяйственном предприятии ООО «Красная звезда». Результаты исследований будут использованы в учебном процессе при подготовке специалистов для АПК.

Методология и методы исследования. Постановка и проведение исследований выполнены согласно утверждённым общедоступным научным методам планирования и проведения полевых опытов, в их основу положены: изучение литературы, установление проблемы, целей и задач исследований, закладка и проведение полевых испытаний, сопутствующих исследований, сбор, анализ и обработка экспериментальных данных и формирование заключения. Работы проведены по классическим методикам и ГОСТам, с использованием рекомендованных для агрономии приборов и оборудования.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Взаимосвязи и зависимости всхожести семян, роста и развития растений, фотосинтеза, формирования биомассы сортов сои с разным типом роста в различных агрометеорологических условиях от используемого способа и нормы посева.
2. Уровни урожайности, показатели, её определяющую, приемы получения высококачественных семян сортов с разным типом роста, при изменяющихся погодных условиях, с учетом выноса элементов питания с урожаем и

коэффициента их использования из почвы в зависимости от способа и нормы посева сои.

3. Экономически эффективные способы и нормы посева сортов сои Лидия, Персона и Умка при возделывании в условиях Амурской области.

Степень достоверности результатов. Подтверждена проведением трехлетних исследований с соблюдением требований методики полевого опыта, на специально выделенном участке, с обработкой полученных данных методом математической статистики, оценкой различий между фактическими и теоретическими значениями критериев точности и между вариантами опыта по существу, в соответствии с поставленными целью, задачами, выбором объекта, предмета и способностью воспроизводимости результатов в типичных почвенно-климатических условиях при повторном проведении эксперимента. Для обработки данных использованы программы Microsoft Excel, SNEDEKOR.

Апробация результатов. Результаты исследований по теме диссертации были озвучены и обсуждены на научно-практической конференции с международным участием «Современные технологии производства и переработки сои на Дальнем Востоке» (Благовещенск, 2017 г.), международной научно-практической конференции «Научное обеспечение производства сои: проблемы и перспективы» (Благовещенск, 2018 г.), Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Инновационные технологии – в практику сельского хозяйства» (Киров, 2019 г.), XV международной научно-практической конференции «Мировые научные исследования и разработки в эпоху цифровизации» (Ростов-на-Дону, 2021 г.), Всероссийской научно-практической конференции «Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития» (Благовещенск, 2017, 2018, 2019 гг.), международной научно-практической конференции «Современные проблемы почвоведения, агрохимии и экологии» (Благовещенск 2019, 2023 гг.).

По материалам диссертационной работы опубликовано 12 научных работ, в том числе три статьи - в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации.

Структура и объем работы. Диссертационная работа изложена на 198 страницах, состоит из введения, 5 глав, заключения и предложений производству. Содержит 31 таблицу, 17 рисунков и 27 приложений. Список литературы включает 290 работ, в том числе 142 – на иностранном языке.

Личный вклад автора заключается в изучении научного материала, разработке программы исследований, планировании, закладке, проведении полевых экспериментов, сборе, анализе, обобщении и интерпретации данных, написании диссертации, научных статей. Долевое участие автора составляет более 95 %.

Благодарности. Автор выражает глубокую признательность и искреннюю благодарность научному руководителю кандидату сельскохозяйственных наук Селиховой Ольге Александровне, а также коллективу факультета агрономии и экологии ФГБОУ ВО Дальневосточного государственного аграрного университета за всестороннюю поддержку в проведении исследований и работе над диссертацией.

ГЛАВА 1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВА И ТЕОРИИ ПЛОЩАДИ ПИТАНИЯ СОИ

1.1 Значение и история возделывания сои

Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) - одна из важнейших стратегических сельскохозяйственных культур в мире. Возделывая сою, хозяйства снимают, по существу, два полноценных урожая в качестве белка и растительного масла. В пищу она используется в разнообразных видах: из нее получают масло, маргарин, соевый сыр, молоко, консервы и много других продуктов. Соя – сырье для маслосеменной, мыловаренной, лакокрасочной промышленности. Рост площадей и валового сбора сои – мировая тенденция, в мире производилось 335,8 млн тонн в 2020 г., в 2021 г. – 360 млн тонн, в 2022 г. – 348,8 млн тонн, в 2023 г. – 396,9 млн тонн, в 2024 г. – 422,1 млн. тонн (Официальный сайт Министерства сельского хозяйства США, www.usda.gov). По валовому сбору сегодня соя занимает шестое место после сахарного тростника, картофеля, кукурузы, пшеницы и риса (Жутяева, 2020).

Важнейшей составной частью продуктов питания человека и кормов сельскохозяйственных животных является белок. Соя содержит 37%-42% белка, что в 2-5 раз больше, чем в других пищевых культурах. Она может обеспечить 30-40% потребности белка, необходимого человеческому организму (韩立德, 2003). Её бобы содержат 8 видов аминокислот, необходимых для человеческого организма, среди них очень высокое содержание лизина. По питательным качествам и высокому содержанию белка они эквивалентны мясу. Соевый белок является хорошей заменой продуктов в рационе питания. В настоящее время соевый белок широко используется в производстве напитков, десертов и других пищевых продуктов (Quiroga, 2010).

Содержание жира в семенах сои составляет от 16% до 22%. Соевые масла в основном состоят из жирных кислот, фосфолипидов, неомыляющихся веществ и не содержат холестерина. Содержание ненасыщенных жирных кислот более 80%;

насыщенных жирных кислот – около 15%. Содержание фосфолипидов составляет 1,1%-3,2%, неомыляемых – 0,5%-1,6%. Ненасыщенные жирные кислоты в соевом масле состоят из пальмитолеиновой, олеиновой, линолевой, линоленовой и стеариновой кислоты. Линолевая и олеиновая кислота имеют самое высокое содержание – 35%-60% и 20%-50%, соответственно (Karr-Lilienthal, 2005). Эти масляные компоненты соевых бобов очень полезны для здоровья организма, а линолевая и линоленовая кислота являются незаменимыми для человеческого организма. Их необходимо получать с пищей. Фосфолипиды сои включают лецитин, цефалин, фосфатидилинозит, их общее содержание невелико, но роль в организме нельзя недооценивать.

Минеральные вещества в семенах сои составляют 4,5-6,8%, включая калий, фосфор, кальций, магний, йод, железо, селен, цинк, натрий и т. д. Из них калий, фосфор, кальций играют ключевую роль в нормальной физиологической деятельности и метаболизме тканей организма (Yoshida, 2010).

Витамины, содержащиеся в семенах сои, включают А, В₁, В₂, В₃, В₅, В₆, Е, фолиевую кислоту и т. д. Водорастворимые витамины составляют большинство. Жирорастворимые витамины составляют относительно небольшую долю. Витамин Е, полученный из сои, является натуральным витамином, основным компонентом которого является α -Е, β -Е, γ -Е и δ -Е (Winkler-Moser, 2014). Порядок активности различных компонентов в организме: $\alpha > \beta > \gamma > \delta$. Для медицинских целей, пищевых продуктов и кормов важен витамин α -типа (杨福明, 2021).

В сое много типов биологически активных веществ, изофлавоны, сапонины, стерины, фосфолипиды и т. д., которые можно широко использовать в медицине, а также для приготовления лечебных продуктов и лекарств.

Изофлавоны сои — это флавоноиды, тип вторичного метаболита, образующегося во время роста сои, служат биологически активным веществом. Большинство изофлавонов сои находится в нижнем гипокотиле семян сои. Их содержание в семенах составляет 0,5-7,0%. Они могут способствовать секреции эстрогена в организме, предотвращать менопаузу и остеопороз, а также уменьшать

частоту сердечно-сосудистых заболеваний. Они оказывают защитное действие на сердце. Соя - единственный эффективный источник изофлавонов для человека (Berhow, 2000).

Соевый фосфолипид является побочным продуктом в процессе рафинирования соевого масла. Он включает: фосфатидилхолин PC (лецитин) – от 25% до 32%, фосфатидилэтаноламин PE (цефалин) – от 15% до 22%, фосфатидилинозитол PI (инозитолфосфолипид) – около 15%, фосфатидилглицерин PG (сфингомиелин) и фосфатидную кислоту PA – около 16% и 4%, а других фосфолипидов - около 8%. Соевый лецитин - важное вещество жизни. Это источник холина и жирных кислот. Он играет ключевую роль в поддержании физиологической активности биологических мембран и нормального обмена веществ в организме (Berhow, 2002).

Сапонины извлекаются из соевых бобов, соевого шрота или зародышей сои. Содержание их в сое составляет от 0,10% до 6,16%. Сапонины представляют собой молекулы соединения, состоящие из 5 видов соевых сапогенинов, образованных в результате конденсации олигосахаридов и олеанолен-тритерпенов (Fuming, 2016). В последние годы многие специалисты и ученые в мире изучили физические и химические свойства и биологические функции соевых сапонинов, стерола (Yang, 2010; Wolfs, 2006; Brufau, 2008; Lowell, 1989).

Разновидность углеводов – олигосахариды. Они состоят из трёх низкомолекулярных сахаров в определённом соотношении: стахиозы, рафинозы и сахарозы, составляющих 7-10% сухих веществ сои. Их можно производить из соевых бобов, соевого шрота и зародышей сои (Nayakawa, 2009). Соевые олигосахариды улучшают структуру микрофлоры в организме человека и содействуют распространению бифид-факторов в организме (Петибская, 2003). Поэтому они широко используются в производстве продуктов питания и кормов.

Соя и продукты её переработки играют важную роль в кормопроизводстве. Она является основным сырьём для производства сбалансированных кормов. Все части её растения могут быть использованы для кормления животных. Чаще всего

в качестве источника белка используют соевый шрот и жмых. Это один из качественных источников протеинов растительного происхождения. Позволяет улучшить усвояемость кормов, повысить надои и жирность молока, увеличить прирост живой массы, укрепить иммунитет животных, снизить отход молодняка (Федорук, 2010; Дорохов, 2019).

Соя – хороший предшественник для многих культур. После себя она оставляет в рыхлом структурном состоянии почву, обогащённую азотом. Благодаря биологической фиксации азота атмосферы соя накапливает в растениях белок. Она повышает урожайность и качество продукции последующих культур севооборота. Соя на 60-70% удовлетворяет свои потребности в азоте и оставляет до 100 кг/га азота в органической форме, что позволяет экономить дорогостоящие азотные удобрения. Её можно успешно использовать в качестве зеленого удобрения. Соя способствует уменьшению выброса парниковых газов, прерыванию цикла развития патогенов, характерных для полевых систем с большим насыщением зерновыми культурами (Ващенко, 2014; Цыбульников, 2009; Беседин, 2010; Алексеенкова, 2020).

Центр происхождения и введения в культуру сои находится на территории Китая. Позже сою стали возделывать в Корее, а затем она получила распространение в Юго-Восточной Азии (Индии, Вьетнаме, Японии) В Европу (Францию, Италию, Великобританию) соя пришла в середине XVIII века (1885 году) (Бурлака, 1970; Баранов, 2005).

На территорию США её привезли в начале XIX века, широкое же распространение она получила примерно через 100 лет. До 1937 года производство сои в Китае составляло более 80% от общего объема производства сои в мире. Наибольшие площади посева сосредоточены в Китае, в северо-восточном регионе – Хэйлунцзянской провинции. После 1954 года валовая продукция сои в США полностью обогнала Китай и они стали крупнейшим производителем сои в мире. С 1970-х годов сою массово выращивают в Южной Америке, Бразилия и Аргентина

вышли на второе и третье место в мире по производству сои (Зыков, 2019; 石慧, 2019).

Первоначальные попытки широкого производства культурной сои отдельными энтузиастами в европейской части России не имели успеха в дореволюционное время. Массовое внедрение и распространение сои в России началось в 1924-1927 гг. Её стали возделывать в Краснодарском, Ставропольском краях и Ростовской области. Через четыре года, к 1931 г., посевы под этой культурой заняли 461 тысячу га. Изначально посевные площади больше расположились в европейской части. Затем вектор производства сои на зерно был направлен в районы Дальнего Востока. Предком сои является дикорастущая уссурийская соя (*Glycine soja* Sieb. Et Zucc.), широко распространенная на Дальнем Востоке России.

На Дальнем Востоке посевы сои у крестьян встречал русский землепроходец В. Д. Поярков в 1643-1646 гг., путешествуя по среднему течению Амура. Через два столетия (1854-1860 гг.) подробное ботаническое изучение сои провели российские академики К. И. Максимович и В. Л. Комаров (Ващенко, 2014; Баранов, 2009). В Амурской области чернотелую сою возделывали на зеленый корм лошадям с 1880 г. Зерновую желтотелую начали выращивать в южных районах Приморья и Приамурья в 1906 г. Первые серьезные попытки внедрения зерновой сои в сельское хозяйство относятся к 1915 году. Но до 1925 г. посевы сои в Амурской области были настолько незначительными, что даже не учитывались отдельно, а включались в группу прочих культур. Широкое внедрение сои началось после коллективизации сельского хозяйства и строительства в 1936 году в Уссурийске масложиркомбината (Гребнев, 2024; Нурлыгаянов, 2021; Синеговский, 2024).

Успешному распространению культуры в Дальневосточном регионе способствовали благоприятные природно-климатические условия. Первые селекционные работы в России начаты в 1912 году на Амурском опытном поле. Путём отбора из местной сои А. И. Упельником выведены популяции Амурская желтая, Амурская бурая, Амурская черная популяция (Золотницкий, 1930). Однако

гражданская война в России (1917-1922 гг.) привела к потере опытной популяции, восстановление которой относится к 1923-1924 гг. В 1929 г. основоположником амурской селекции В. А. Золотницким выведен кормовой сорт сои Амурская бурая 57, в 1930 году – Амурская 41 и Амурская 42.

До 1930 г. распространение сои преимущественно было в Приморском и Хабаровском краях (Амурская область до 1948 года находилось в составе Хабаровского края), чему способствовали более благоприятные климатические условия. Однако в первое время русское население восприняли её неохотно, главным образом, вследствие трудоемкости культуры возделывания и отсутствия соответствующей техники, а также из-за отсутствия заводов по переработке зерна (Гребнев, 2024).

Накопленный огромный опыт, значительные разработки в области соеводства в регионе привели к тому, что в 1968 г. на базе Амурской государственной сельскохозяйственной опытной станции был создан Всероссийский научно-исследовательский институт сои (г. Благовещенск). Именно первыми селекционерами института, семейной династией К.К. Малыш, Т.П. Рязанцевой, Л.К. Малыш были выведены сорта, сочетающие в себе такие признаки, как скороспелость и высокую продуктивность, что позволило Амурской области стать основным соевосеющим регионом Советского Союза. Селекционерами института, которые стояли у истоков его образования и которые работают в настоящее время, создано более 80 высокопродуктивных, холодоустойчивых, слабо реагирующих на длину светового дня сортов сои (Щегорец, 2002; 2021; Фоменко, 2015).

В Дальневосточном научно-исследовательском институте сельского хозяйства (г. Хабаровск) селекционные работы начаты в 1938 году. У истоков стоял Всеволод Александрович Золотницкий, а в дальнейшем его последователи В. Я. Коркин, О. М. Комолых, которые продолжили работу с исходным материалом по сое, оставленным их учителем. К настоящему времени институтом создан 21 сорт сои.

На Приморской сельскохозяйственной опытной станции (г. Уссурийск) работы по селекции начались с 1925 года. К 1936 году селекционерами А.В.

Чернышевой, М.Ф. Панченко, М.И. Элентух, С.С. Озирянской выведены сорта сои - Уссурийская 29, Приморская 529, 762 и 494 (Клыков, 2023).

В 1949 году Совет Министров СССР принял постановление «О мерах помощи сельскому хозяйству Амурской области». Одним из его пунктов было решение о создании в 1950 году в Благовещенске сельскохозяйственного института. С 1976 года на основании государственного Постановления «О мерах по дальнейшему улучшению селекции и семеноводства зерновых, масличных культур и трав», стала внедряться современная система семеноводства, были созданы спецсемхозы, один из них учхоз БСХИ (сегодня «Центр селекции и семеноводства» Дальневосточного государственного аграрного университета). В 1987 году в БСХИ была организована лаборатория селекции сои, которую возглавляла канд. с.-х. наук, доцент Алина Ивановна Громова. За период работы в лаборатории ею выведено пять сортов сои. Грибская кормовая, Луч надежды районированы в Амурской области, сорт Грибская 12 отличался своей высокой устойчивостью к соевой цистообразующей нематоды, сортообразец Росинка – своей многосемянностью бобов (Гребнев, 2024).

В настоящее время селекция сои Дальневосточного ГАУ продолжает развиваться (Патент 12484). Достижения учёных-селекционеров университета оценили Бронзовой медалью на XXIV Всероссийской агропромышленной выставке «Золотая осень–2022» за сорт сои «Дебют». Над его созданием работали Минькач Т. В., Тихончук П. В., Селихова О. А., Муратов А. А., Ли Хунпэн. Это второй сорт в России, созданный совместно с китайскими коллегами-селекционерами.

Соя является основной масличной культурой в Китае, а также важным источником растительного белка. Производство сои играют важную роль в национальной стратегии обеспечения продовольственной безопасности Китая. По объёму потребления сои лидером является Китай – 112,5 млн тонн в 2020 году (王柄淇, 2023).

Соеводство – важный компонент в экономике сельского хозяйства России. В структуре посевных площадей соя занимает 4-е место. Благодаря широкому кругу

отраслей, использующих сою и продукты её переработки, эта культура является одним из ведущих сегментов агропродовольственного рынка. Она оказывает воздействие на развитие мирового рынка продукции масложирового комплекса и определяет ситуацию с ресурсами базовых продовольственных и кормовых продуктов. В последние 10 лет соеводство получило существенное развитие из-за возрастающего спроса со стороны иностранных государств, прежде всего Китая. Экспорт сои из России в 2020 г. достиг 1 388,2 тыс. тонн или 0,8% от общего объема мирового экспорта. На сегодняшний день ее стоимость в стране составляет 30 тыс. за 1 тонну, это в 2-3 раза дороже зерна кукурузы или пшеницы. Учитывая высокую рентабельность семян сои, необходимость её производства в РФ очевидна (Павленко, 2021; Кривошлыков, 2016 Алексеенкова, 2020).

В последние десять лет российская отрасль соеводства стабильно развивалась. В 2023 году Россия по общему производству сои заняла восьмое место в мире. Амурская область – крупнейший сельскохозяйственный регион Дальнего Востока, включающий 2733,6 тыс. га сельскохозяйственных угодий и 1213,7 тыс. га пашни. В Амурской области сосредоточено 34% сельскохозяйственных угодий, 59% пашни Дальневосточного федерального округа. Амурская область по географическому положению и климатическим условиям исторически является благоприятной для произрастания сои (Российский статистический ежегодник, 2023). Сортовая линейка районированных сортов сои довольно широкая. Правильный выбор сорта и площади его питания для получения максимального урожая в конкретных условиях производства требует более широкого и углубленного изучения.

1.2 Анализ технологии возделывания сои в стране и за рубежом

Совершенствование технологии возделывания сои - резерв повышения ее продуктивности. В последние два десятилетия, в результате изменений в сельском хозяйстве, была нарушена традиционная система севооборотов. Рыночные условия привели к тому, что в регионе ежегодно увеличивается её удельный вес в общей

структуре посевов. Сейчас доля сои достигла более 70%. Эта основная высокодоходная культура. Её посевы значительно выше рекомендованного насыщения в севообороте (Гайдученко, 2014). Бессменное возделывание культуры приводит к негативным последствиям - резкому увеличению засоренности, развитию болезней и вредителей, почвоутомлению, что негативно проявляется в настоящее время. Возврат залежи предыдущих десятилетий способствует росту урожайности, но этот резерв практически исчерпан. Правильное чередование культур в адаптивном земледелии, основанное на смене разных их групп, служит беззатратной основой оздоровления агроландшафтов и возрастания урожайности сельскохозяйственных культур. Сельскохозяйственные культуры поражаются, наряду с многоядными и специфическими макро- и микроорганизмами, а севооборот позволяет гармонизировать соотношение вредных и полезных организмов в агроценозах и избежать нанесения ущерба урожаю (Баранов, 2013).

В связи с этим первоочередной задачей в совершенствовании технологии возделывания сои является оптимизация структуры посевных площадей, соблюдение закона земледелия о плодосмене. Агротехнические мероприятия более эффективны при соблюдении севооборота, чем при бессменном посеве. Учитывая сложившуюся ситуацию в области, необходимо уменьшить удельный вес сои в структуре посевных площадей до 50% за счет введения в производство новых кормовых, перспективных культур, расширения ассортимента выпускаемой продукции (Григорчук, 2011).

Соя – культура, сильно реагирующая на условия выращивания. Одним из лимитирующих факторов для её роста и развития является фотопериод. Он во многом зависит от широты местности. На Дальнем Востоке сою возделывают от 43° с. ш. до 56° с. ш. Температурный режим является фактором, ограничивающим условия возделывания сои. Это важно в условиях Хабаровского края и Амурской области (Ващенко, 2014). Наличие значительного количества микрозон в «соевом поясе» Дальнего Востока предполагает необходимость большого количества

сортов с разными периодами вегетации. Мало районировать сорт, важно внедрить его в производство с сортовой агротехникой.

Правильный выбор сорта – основа технологии возделывания. При подборе сорта учитывают продолжительность вегетационного периода, потенциальную урожайность, биохимический состав семян, устойчивость к сорнякам, вредителям, болезням, неблагоприятным факторам среды, растрескиванию бобов и др. (Белявская, 2018; Золотарёв, 2012; Коробейников, 2021; Саенко, 2010; Кадыров, 2001; Кадыров, 2002; Чжан, 2023; Хань, 2023; Трунова, 2018). Правильный выбор сорта, адаптированного к условиям региона выращивания, с учетом биологических особенностей сорта и условий выращивания, удовлетворяющих требованиям сорта, обеспечивает получение наибольшей урожайности (Бутовец, 2021; 陈应志, 2022).

Для посева сои в области используют хорошо отсортированные и откалиброванные, с высокой всхожестью семена. Протравливание семян сои – обязательный метод борьбы от возбудителей грибных, бактериальных и вирусных болезней, с одновременной обработкой микроудобрениями: молибденом, бором. Эффективным приемом предпосевной обработки является инкрустирование семян - покрытие семян пленкообразователем, который включает пестициды, микроудобрения, регуляторы роста. При необходимости перед посевом следует проводить инокуляцию нитрагином, азотобактерином и др., что усиливает процесс образования клубеньков, азотфиксацию. На целинных, залежных землях это обязательный агроприем, так как во вновь осваиваемой почве может быть недостаточно соответствующих для сои штаммов бактерий. Исследования показали, что урожайность, крупность семян, количество бобов, количество семян, длина корней и посевные качества при обработке семян перед посевом инокулянтom выше, чем при посеве без обработки инокулянтom. Высота растений, высота прикрепления нижнего боба и содержание масла и белка семян сои при обработке семян различными инокулянтами имеют разные результаты (Панюта, 2023; Ишков, 2022; Лыгин, 2023; Борзенкова, 2014).

Соя является культурой высокорентабельной и требует высокой культуры земледелия. Выбор предшественника прямо влияет на урожайность сои. Рациональное чередование сельскохозяйственных культур формирует благоприятные условия для формирования урожайности, структурных элементов продуктивности (количество бобов, семян одного растения и масса 1000 семян) и качества семян сои (Никульчев, 2019; 2020; Гайдученко, 2009; 张德俭, 1996; 刘忠堂, 2000). Лучшими предшественниками для сои являются зерновые культуры: рожь, пшеница, ячмень, а также овес, просо, гречиха, кукуруза на силос и зеленый корм (Семехина, 2015).

Основная обработка почвы обеспечивает хорошую аэрацию, высокую водопроницаемость, агрегатно-структурный пахотный слой и хорошее развитие корневой системы (Дубовой, 2022; Гулаев, 2014). В настоящее время в регионах РФ используют в качестве основной обработки почвы полупар или обычную зяблевую вспашку с оборотом пласта. В зонах с ветровой эрозией применяют безотвальное рыхление (Кравченко, 2009; 2012).

Система основной обработки почвы предусматривает: дискование, внесение фосфорно-калийных удобрений, вспашку, сплошную культивацию с одновременным боронованием. При традиционной технологии возделывания сои проводят основную обработку почвы на глубину 16-20 см – осеннюю вспашку отвальными плугами различных видов, а также плоскорезами и дискаторами после уборки предшественника. Дальнейшие операции по обработке почвы включают культивацию, дискование и боронование. Их набор, количество и последовательность зависят от типа почвы, засоренности, количества соломы и пожнивных остатков на ней. Данная технология характеризуется интенсивной обработкой почвы. Через 5-8 дней, после появления сорняков, проводят культивацию на глубину 10-12 см с боронованием. После первой глубокой культивации можно проводить лушение и боронование, применяя тяжелые бороны типа БДТ-7 (Кравченко, 2009; 2012).

Исследования Савенкова В. П. с соавторами показали, что урожайность сои выше в варианте с оборотом пласта при проведении вспашки и глубокого безотвального рыхления. Ниже урожайность получена в вариантах с применением минимальной безотвальной и поверхностной обработок почвы. Подбор способов обработки почвы оказывает влияние и на качество урожая семян сои. При минимализации основной обработки почвы исследователями отмечено снижение содержания белка и увеличение содержания жира в семенах (Савенков, 2018). Исследованиями Дубовика Д. В. и др. доказано, что высокий урожай семян сои формировался в варианте с использованием прямого посева и вспашки. Применение комбинированной и поверхностной обработок почвы сопровождалось значительным снижением урожайности. Самое высокое содержание белка в семенах сои формировалось при ее возделывании по вспашке. Однако наибольшим содержанием масла было при возделывании сои по технологии прямого посева, наименьшим – по вспашке (Дубовик, 2022).

Синеговская В. Т. с соавторами сравнила фотосинтетическую деятельность и продуктивность сои в Приамурье при разных способах обработки почвы. Площадь листьев, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза и урожайность были выше при возделывании сои с использованием традиционной обработки почвы, по сравнению с технологией No-till (Синеговская, 2013).

Чамурлиев О. Г. с соавторами в опыте сравнили урожайность зерна сои при проведении разных способов обработки почвы, в том числе отвальной обработки на глубину 0,25-0,27 м и 0,20-0,22 м, плоскорезной обработки 0,25–0,27 м и 0,20-0,22 м и дискового лущения 0,10-0,12 м. Способы обработки почвы влияют на прорастание семян сои. Лучшие условия для прорастания семян отмечены при проведении дискового лущения на глубину 0,10-0,12 м. При обработке дисками семена попадают на плотное ложе, что способствует лучшему их контакту с почвой, более быстрому прорастанию и получению наибольшей урожайности зерна (Чамурлиев, 2011). Нафиков М. М. доказал получение наибольшей урожайности сои при проведении отвальной вспашки, по сравнению с безотвальным рыхлением

и плоскорезной обработкой (Нафиков, 2013). Хамоков Х. А, отметил, что по сравнению с вариантом плоскорезной вспашки, возделывание сои при отвальной вспашке и минимальной обработке почв способствует хорошему развитию, наибольшему формированию бобов, семян, массы 1000 семян и урожайности (Хамоков, 2015).

В области широко используют ресурсосберегающую технологию, которая включает безотвальную обработку почвы, воздействие сельхозорудий на почву носит щадящий характер (Система земледелия, 2016).

Для основной обработки почвы используют различного типа орудия: безотвальные плоскорезы, плуги, тяжелые культиваторы. Осенью проводят только одну обработку, что позволяет сохранить на поверхности значительную часть стерни, органических остатков, предохраняющих почву от эрозии и способствующих накоплению в ней влаги. Весной – выравнивание почвы и закрытие влаги. В зависимости от интенсивности предпосевной обработки почвы применяется различный набор гербицидов. Наличие на поверхности почвы остатков соломы и стерни, а также некачественная обработка поверхности существенно снижают эффективность почвенных гербицидов.

При минимальной обработке в хозяйствах обязательно применяют гербициды группы глифосатов Ураган форте или Раундап экстра, калийные соли глифосата, кислоты, содержащие ПАВ. При возделывании позднеспелых и среднеспелых сортов сои, посев семян которых производится до 15-20 мая, в зависимости от погодных условий, гербициды в дозе 1,5 л/га действующего вещества вносят по стерне рано убираемого предшественника (ячмень, пшеница), через 15-20 дней. Через 30-35 дней проводится обработка почвы на глубину 7-10 см культиватором, дискатором или каким-либо другим широкозахватным орудием. Весной, в зависимости от возможности, проводят еще одну мелкую обработку почвы, боронование и посев, но можно ограничиться только боронованием (Система земледелия, 2016, Шабалкин, 2020).

Под скороспелые сорта глифосат вносится весной после всходов различных видов полыни и осота, что, как правило, бывает на стерне после 20-25 мая, в зависимости от влажности почвы и температуры. Через 10-12 дней проводится неглубокая обработка почвы, боронование и посев, по вегетирующим растениям применяются с учетом видового состава сорняков и степени засоренности на конкретном поле (Система земледелия, 2016, Лысенко, 2018).

В условиях Амурской области широкое применение технологии No-till ограничено рядом факторов. В связи с крайне неравномерным выпадением осадков, тяжелые черноземовидные среднесиловые и малосиловые, луговые глеевые почвы заплывают и сильно уплотняются при высыхании. Это ведет к образованию глубоких трещин и быстрой потере почвенной влаги. Из-за низкой урожайности сельскохозяйственных культур и слабого листопада на поверхности почвы слой мульчи не образуется. Его роль выполняет мелкая обработка почвы, которая предотвращает растрескивание почвы при высыхании. Кроме того, короткий безморозный период не способствует перегниванию соломы и пожнивных остатков. Это затрудняет посев сои, особенно сеялками с анкерными сошниками. Значительно затруднен посев при повышенной влажности почвы и прорастании однолетних сорняков (Система земледелия, 2016).

Для прямого посева сои необходимо подбирать «сухие» поля с легкими почвами, которые при выпадении осадков не заплывают, при высыхании не уплотняются с образованием трещин. Тяжелые глинистые почвы, предназначенные для возделывания сои с применением технологии No-till, необходимо предварительно готовить, что требует детального изучения факторов увлажнения и прогревания почвы (Система земледелия, 2016, Орехов, 2019).

Агротехника выращивания сои на гребнях в России. Механизированная агротехника сои на гребнях, внедряемая в настоящее время в производство, включает: систему основной и предпосевной обработки почвы - осеннюю вспашку; ранневесеннее боронование; предпосевную культивацию с боронованием; посев, совмещающий четыре операции: нарезку гребней, внесение минеральных

удобрений, высев семян и прикатывание почвы; уход за посевами, включающий довсходовое применение противозлаковых гербицидов, боронование посевной поверхности обработкой и две междугребневые обработки с подокучиванием растений. Важным условием высококачественного формирования гребней и посева на них является правильная система обработки почвы. Это прежде всего своевременная осенняя вспашка почвы на глубину пахотного слоя. При невозможности обеспечить под гребневые посевы зяблевую вспашку, что наблюдается в дождливые годы, почву пахут весной. При подготовке почвы необходимо обеспечить равномерную разделку почвы на всю глубину пахотного слоя. Плохо разделанная пашня не только препятствует образованию гребней необходимого профиля, но и обуславливает глыбистое строение почвы в гребнях. Все это препятствует равномерной заделке семян при посеве, вызывает иссушение почвы (Система земледелия, 2016).

В отличие от применяемых способов выращивания сои на ровной поверхности гребневая технология при высококачественной вспашке упрощает подготовку почвы к посеву. Она не требует внесения минеральных удобрений и повторной предпосевной культивации. Заделка в почву удобрений, уничтожение проросших сорняков и дополнительная разделка почвы выполняются гребнеобразующими рабочими органами гребневой сеялки – культиватора в процессе формирования гребней при посеве. При гребневом посеве не требуется также отдельно прикатывать почву, так как она уплотняется во время посева при создании посевного ложа катками гребневой сеялки – культиватора. Технология предусматривает высев семян в мощный гребень с основанием 90 и 70 см. Гребневая технология позволяет сокращать сроки посева сои. Начинать его на гребнях можно на неделю раньше, чем на ровной поверхности.

Более равномерное распределение семян по площади обеспечивает полосной способ. При полосном размещении растений на гребнях увеличивается площадь листового аппарата, достигая в фазу бобообразования в среднем 643 см^2 на растение (при двух- и трехстрочном посеве – соответственно 597 и 516 см^2). Масса

сухого вещества в этот период возрастает до 9,1 г против 8 и 6,8 г, повышается озерненность (количество семян на растение увеличивается с 28 до 31, вес семян – с 4,1 и 3,9 до 4,5 г). Результат - повышение урожаев сои. Более высокие урожаи формируются при высеве 400-500 тыс. всхожих семян на гектар. Загущение посевов усиливает полегание растений, особенно на хорошо удобренных полях (Система земледелия, 2016).

Технология возделывания сои в Китае представляет собой целую систему земледелия, разработанную в результате многолетних исследований и производства, с целью реализации потенциала сортов. Различные способы посева с соответствующими агротехническими приемами являются основой системы (程瑜, 2015).

С 1970-х годов в Китае занимались исследованием и развитием технологий возделывания сои, соответствующих современным требованиям производства. В 1973 году Чанг Яочжун и другие за основу взяли технологию загущённых узкорядных посевов сои, разработанную в США и Канаде. Изучили влияние загущённого узкорядного посева сои на урожайность в северо-восточных регионах Хэйлунцзяна. В конце 1970-х годов способ посева сои в стерне кукурузы на гребнях появился в засушливых и переувлажненных районах весной. В середине 1980-х годов по мере использования крупногабаритной сельскохозяйственной техники, начали распространять точный посев с целью повышения равномерности распределения семян, коэффициента использования удобрений и устойчивости к стихийным бедствиям. Появилась модель технологии возделывания сои на гребнях с тремя операциями. В основе этой технологии лежит глубокое рыхление, послойное внесение удобрений и точный высеv семян на заданную норму посева. В 1990-х годах исследователи продолжали изучать способы посева сои, которые могли бы повысить урожайность. В данном случае основой стала американская технология узкорядного и загущенного посева с технологией посева сои на гребнях с тремя операциями. Сохраняли глубокое рыхление и другие операции, но расстояние междурядий уменьшено, плотность увеличена. Чтобы сделать

распределение растений более рациональным, разработали новые модели технологии возделывания сои. Например, модель технологии «узкорядного посева сои на широких гребнях», «узкорядного посева сои на узких гребнях» и «узкорядного загущённого посева сои» (张国军, 2011).

Система предпосевной обработки почвы предусматривает: ранневесеннее боронование - закрытие влаги, прикатывание (на сухих почвах с целью провокации прорастания сорняков), внесение гербицидов, сплошную культивацию с одновременным боронованием за день до посева. Весной на полях проводится закрытие влаги. Перед посевом проводится культивация легкими культиваторами с боронами в двух направлениях. Применяют до посева или после один из почвенных гербицидов: Трефлан в дозе 3 л/га с немедленной заделкой, Трофи 90 – 2 л/га или Фронтьер оптима – 1,2 л/га.

Одним из важных аспектов технологии возделывания сои, которым зачастую пренебрегают, является вопрос применения удобрений. Азот, фосфор и калий являются важными питательными веществами для роста, развития и формирования урожая растений (徐隽峰, 2023; 单晓宇, 2024; 周欣, 2023). Соя является культурой с высоким спросом на питательные вещества, и ее урожайность должна поглощать и накапливать достаточное количество азота, фосфора и калия (高聚林, 2004; 董伟萍, 2024). Азот и фосфор являются основными элементами, из которых состоят белки, фосфолипиды и генетический материал (нуклеиновые кислоты) в растениях. Калий может способствовать транспортировке сои продуктов фотосинтеза и способствует обмену, синтезу, транспорту белка и образованию углеводов (吕丽华, 2008). Количество бобов, количество зерен в бобе, масса 1000 семян и урожайность сои при посеве сои с применением основных удобрений выше по сравнению с посевом без удобрений (Дадаева, 2019; Ваулин, 2009; Алиева, 2022).

Шабалкиным А. В. отмечено, что увеличение дозы внесения основных удобрений способствовало повышению сбора белка и масла в урожае семян сои (Шабалкин, 2019). Кроме основных элементов питания, сое требуются

микроэлементы, которые имеют важное значение для физиолого-биохимических процессов растений (бор, кобальт, молибден, медь) (Чернышева, 2018). Микробиологические удобрения создают оптимальные условия для питания, роста и развития растений сои, оказывают стимулирующее действие на их иммунную систему, повышают сопротивляемость патогенной микрофлоре и стрессовым факторам. Также позволяют увеличить количество продуктивных бобов на растениях, крупность семян и их урожайность. Снижается химическая нагрузка как непосредственно на посев, так и на прилегающую территорию (Фролова, 2021).

Выбор сроков посева - важный агрономический прием при производстве сои. Различные сроки посева оказывают влияние на урожайность, фотосинтетические показатели и качество зерна сортов сои. Суть этих эффектов заключается в комплексном воздействии метеорологических факторов. Соя - светолюбивая культура, которой необходим кратковременный солнечный свет и высокая температура. Метеорологические факторы, такие как освещенность, температура и вода, играют важную роль для роста и развития растений сои. Различные сроки посева регулируют продолжительность светового дня, сумму эффективных температур, влияя на рост и развитие растений. Посев сои в оптимальные сроки обеспечивает требуемый баланс светового, теплового и водного режимов в период вегетации сои (王彦平, 2023; 屈洋, 2022). Исследователи выявили, что посев в более поздние сроки способствует меньшему формированию количества узлов, продуктивных ветвей (李灿东, 2016; 陈立君, 2009; 李诚永, 2022).

Температурный режим освещения необходим для фотосинтеза сои. Путем выбора срока посева возможно регулировать использование климатических ресурсов, таких как вода и тепло. В результате улучшения фотосинтетической деятельности сои, а также накопления и использования сухого вещества, повышения фотосинтетического потенциала сои, происходит увеличение урожайности и повышается качество семян (王乐政, 2019; 刘玉兰, 2019; Пигорев, 2021).

Оптимальный срок посева сои наступает, когда почва на глубине 5 см прогревается до 10-15°C. Сроки посева определяются зональными особенностями и скороспелостью сорта. В области посевы начинаются с 1 декады мая по 10 июня. Ранний посев сои в непрогретую почву сопряжен с возможностью загнивания семян, замедлением их прорастания и изреживанием всходов (Система земледелия, 2016).

Повышение рентабельности производства сои возможно за счет рационального подбора различных способов посева и норм высева (Булавинцев, 2023; 郑伟, 2015). Соя, как светолюбивая культура, формирует высокий урожай только при оптимальной площади питания и хорошей освещенности растений, выбирая рациональную ширину междурядий и густоту растений. Создание оптимальной площади питания и равномерности освещения растений сои прямо влияет на их рост, развитие и элементы продуктивности – количество узлов, ветвей, бобов, семян, крупность семян, высоту растений и прикрепления нижних бобов (Бабич, 1978, 1991; 彭姜龙, 2015; 于晓波, 2021; 崔晓培, 2021).

Выбор способа посева сои обусловлен необходимостью более равномерного распределения растений по площади поля с целью оптимизации ее питания и равномерности освещения. Он зависит от биологических особенностей сорта, габитуса куста, степени и характера засоренности поля, уровня плодородия и состава почвы, технической оснащенности хозяйства. Среди ученых нет единого мнения о способах посева сои. Некоторые исследователи видят основную причину существующих противоречий в отсутствии научного обоснования указанных агротехнических приемов. На практике это привело к тому, что применяют различные способы: обычный рядовой, квадратно-гнездовой, широкорядный, пунктирный, полосный, гребневый, ленточный и другие (Грибанов, 2004). Обычным способом посева сои стал рядовой на 15 см. Для сои, как пропашной культуры, наиболее эффективным является широкорядный однострочный на 30, 45, 60 и 70 см: двухстрочный - $30 \times 7,5$ и 51×15 см, широкополосный - 45×10 и $45 \times$

20 см. Он позволяет проводить механические междурядные обработки и при необходимости, подкормки. В России, в частности в Амурской области сою возделывают на ровной поверхности почвы, а также на гребнях (Система земледелия, 2016, Щегорец, 2002).

От количества высеваемых семян на единицу площади зависит густота стояния растения, которая является условием роста урожайности (Пигорев, 2009). При посеве следует определять соответствующую норму посева, основываясь на таких факторах, как характеристики сорта, почвенные и климатические условия (张琪, 2022). Характеристики сорта являются ключевым фактором, определяющим норму посева. Раннеспелые сорта имеют короткий период вегетации, им требуется меньше места для выращивания и высокая норма посева. Напротив, позднеспелым сортам требуется больше места для выращивания из-за их более длительного продолжения периода вегетации, норма посева относительно меньшая (韩雪, 2021). Плодородная почва может обеспечить растения сои достаточным количеством питательных веществ и способствовать их росту. В этом случае соответствующее увеличение нормы посева может улучшить землепользование и производство. Однако, если в почве запас питательных веществ недостаточен, необходимо уменьшить нормы посева, чтобы обеспечить нормальный рост растений (吕继龙, 2020). При благоприятных климатических условиях, например, теплая и влажная среда, можно увеличить норму посева, чтобы в полной мере использовать световую энергию и водные ресурсы. Однако, если климатические условия суровые, например, засуха, наводнения и т.д., требуется соответствующее снижение нормы посева (屈洋, 2020). Норма посева должна быть не настолько высокой, насколько это возможно. Чрезмерно плотные посевы приводят к усилению конкуренции между растениями, недостаточному питанию и освещению (李瑞东, 2022). За оптимальную норму посева семян сои принимают такую, при которой урожай сои формируется в основном за счёт главных стеблей. При этом продуктивность одного растения и количество растений на единице площади

достигнет определенного баланса (何大智, 2023). Многие исследователи рекомендуют высевать сою с нормой высева 500-600 тыс. всхожих семян (Смолянинов, 1987).

Рекомендуемая норма высева для позднеспелых сортов – 500-550 тыс. шт./га, среднеспелых сортов – 650-750 тыс. шт./га, скороспелых – 800-900 тыс. шт./га. Конкретная норма высева семян с учетом посевных качеств, состояния почвы, качественных параметров сеялки, полевой всхожести и уровня повреждений при проведении мероприятий по уходу за посевами должна быть на 25-35% выше густоты растений при уборке (Система земледелия, 2016).

Урожайность сои является результатом симбиотической и фотосинтетической деятельности посевов, активность которых во многом определяется наличием и величиной конкуренции со стороны сорных растений за освещение и элементами минерального питания (Дозоров, 2014). Соя слабо конкурирует с сорными растениями на протяжении всего периода вегетации, особенно в начале своего роста. Это является одной из основных причин снижения урожая культуры с одновременным ухудшением качества (Душко, 2022). Поэтому важную роль при возделывании сои играет эффективная борьба с сорняками, химический способ является важной мерой для борьбы с сорняками (Миленко, 2013; Парахин, 2016). Проведённые исследования Хамоковым Х. А. (2016) показали, что большое влияние на формирование урожая оказывает засорённость посевов. Урожайность посевов сои на делянках, где гербициды не применялись, была меньше. Душко О. С. и др. провели опыт по сравнению фотосинтетических показателей и урожайности сои в вариантах с применением разных гербицидов. Результаты исследований показали, что во всех вариантах с применением гербицида площадь листьев, фотосинтетический потенциал, накопление сухого вещества и биологическая урожайность выше по сравнению с вариантом без гербицида (Душко, 2012). Демиденко Г. А. (2015) доказал, что содержание жира и белка стабильно повышается при использовании гербицида, внесение которого оказало существенное влияние на качество и всхожесть семян сои.

Модель технологии возделывания сои на гребнях в Китае состоит из трех операций. Возделывание сои с расстоянием между гребнями 65 см применялась в местных хозяйствах и крестьянских дворах. Три операции включают глубокое рыхление, послойное и глубокое внесение удобрений и точный высев семян. Внесение минеральных удобрений проводят в сочетании с микроэлементами. Под сою обычно применяют минеральные удобрения N 20-30 кг/га, P₂O₅ 50-70 кг/га, K₂O-30 кг/га. Их вносят в почву под семена на расстоянии более 4-5 см. Перед посевом проводят боронование почвы и прикатывание. Посев проводят с 5 по 15 мая, при прогревании почвы выше 10°C, посев на гребнях в два строчки и расстоянием между ними 10-12 см. Семена заделывают на глубину 3-4 см, густота стояния растений должна составлять 330-350 тыс. раст./га (于静波, 2019).

Узкорядный способ посева сои на широких гребнях хорошо предотвращает засуху и переувлажнение. Основная технология предусматривает осеннюю обработку почвы, включая глубокое рыхление или вспашку и оформление гребня с шириной 70 см, высотой 20 см, посадка в 3 ряда по гребню, междурядье 35 см, норма высева от 330 до 360 тыс. шт./га. Необходимо снизить норму высева на 10% на участках с хорошим качеством обработки и высоким уровнем плодородия. На участках с низким качеством обработки и уровнем плодородия необходимо увеличить на 10%. Важен выбор сортов, устойчивых к полеганию, и загущенное возделывание (胡国华, 2015; 孔繁武, 1999).

Узкорядный способ посева сои на узких гребнях совершенствуется на основе способа узкорядного посева сои на широких гребнях, посев на узких гребнях с шириной 45-50 см на двух рядах, расстояние между гребнями составляет 45 см, междурядье на гребнях – 6-8 см, расстояние между растениями – 10-14 см, глубина посева после прикатывания достигает 3-5 см. Этот способ требует благоприятных условий пахотного слоя почвы, должна быть разбита твёрдая почва путем глубокого рыхления, оформление гребней осенью, и норма высева – 250- 280 тыс. шт./ га (张代平, 2010).

По сравнению с возделыванием на широких гребнях, площадь питания и количество растений при этом способе увеличивается, улучшает коэффициент использования земли, уменьшается испарение почвенной влаги в период всходов. Повышается коэффициент использования питательных веществ, влаги и света. При возделывании сои на гребнях с шириной 45 см, растения более равномерно и рационально распределяются за счет увеличения площади зеленого покрытия и листовой поверхности, уменьшая явления взаимного затенения. Растения достаточно обеспечены условиями для роста и развития, и на основе хорошего индивидуального развития также полностью реализуется потенциал растений (张秀朵, 2020)

Загущенный и узкорядный способы посева сои на гребнях предусматривают объединение двух узких гребней с шириной 70 см в один широкий гребень. На данном гребне размещается 6 строк, междурядье – 16 см, норма высева – 300-450 тыс. шт./га, срок сева – с 1 по 15 мая. При этом способе посева увеличивается количество растений сои на единице площади и улучшается коэффициент использования света и почвы, увеличивается урожайность сои. Поскольку увеличение количества растений сои на единице площади уменьшает объем почвы для развития их корневой системы, нужно выбрать низкостебельные сорта, устойчивые к полеганию (刘明霞, 2019).

Исследование, проведенное Ханом Липином и др., показало, что в настоящее время для получения высоких урожаев способ загущенного узкорядного посева сои с оптимизированной технологией внесения удобрения при норме высева 340 тыс. семян/га является рациональной технологической моделью посева сои в провинции Хэйлунцзян (韩利萍, 2016).

В Китае апробирован технический режим мульчирования пленкой между рядами сои. При этой технологии посева сои на широких гребнях с мульчирующей пленкой, чтобы решать проблему весенней засухи и низкотемпературного климата, ширина гребня составляет 130-140 см, выбор плёнки с толщиной 0,01 мм, шириной

60 см. Данный способ предусматривает внесение удобрений, пленочное мульчирование, посев, прикатывание. Универсальный комплекс мульчированием пленкой, сеялки и культиватора. Лента побега находится на расстоянии 2-3 см от пленки, но не более 5 см. Пленкой покрывают поперёк почву с промежутком от 10 до 20 метров, а в районах с сильным ветром – от 1,3 до 1,4 метра. Глубокое внесение удобрений, удобрение находится на 10 см от семян в пленке. Следуя принципу, чем более плодородная почва, тем более низкая норма высева. На почве с низким плодородием норма высева семян увеличивается (на гектаре должно сохраняться 220-260 тыс. растений (胡国华, 2015)).

Модель технологии посева сои на оригинальных гребнях предшественника является ресурсоберегающей технологией. При данной технологии проводится нулевая обработка почвы без вспашки, при этом солома в виде предшественника возвращается на поле. Преимущества защиты пахотного слоя, сопротивление засухе и поддержание влажности, снижение затрат и повышение эффективности (孙羽, 2014). При этой технологии рекомендовано использовать в виде предшественника кукурузу или сорго, солому же после лущения не выше, чем 10 см. Требуется проведение глубокого рыхления, если почва уплотнена осенью. Необходима защита от сорняков гербицидами и после посева вовремя проводить культивацию.

Способ загущенного и узкорядного посева сои представляет узкорядную технологическую модель. Как правило, среднее междурядье при данной технологии может составлять от 15 до 25 см. Норма высева является ключевым фактором, различные сорта различаются в зависимости от почвенных условий. Количество собранных растений сои с гектара должно быть в пределах от 380 тыс. до 420 тыс. штук. Эта технология требует более совершенной технологии применения гербицидов. На участках с большим количеством сорняков применение данной технологии нецелесообразно. Необходимо обратить внимание на внесение внекорневой подкормки в низинах, дождливых и заболоченных

условиях, чтобы предотвратить дефицит плодородия в позднем периоде (陆俊杉, 2018).

Китайская модель узкорядной технологии возделывания сои основана на американской модели. В Соединенных Штатах норма высева на гектар обычно составляет от 550 тыс. до 750 тыс. семян, междурядье – от 17 до 30 см. При данной технологии целесообразно использовать низкорослые сорта с полудетерминатным типом роста, в крайних случаях индетерминатным. Эти сорта характеризуются сильной выносливостью и многоветвистостью стебля. Полегание растений сои при данной технологии возделывания не выявлено.

За рубежом рекомендуют низкорослые сорта сои, с междурядьями 17 см, нормой высева 750 тыс. шт./га, индетерминантные же сорта, с междурядьем 17 см и нормой высева 560 тыс. шт./га (刘忠堂, 2000).

Сельское хозяйство Амурской области находится в зоне рискованного земледелия, где периодически влажные годы чередуются с засушливыми или сухими. Короткий вегетационный период. Получение в этих условиях стабильных урожаев сои неразрывно связано с селекцией на адаптированные свойства, которые бы обеспечивали получение высоких, устойчивых не зависимо от условий вегетации. Урожайность можно повысить не только за счет новых сортов, но и путем совершенствования комплекса агротехнических приемов. Единого мнения по оптимальной норме высева и способу посева в разрезе каждого сорта нет. Изучение продуктивности сортов сои Амурской селекции в зависимости от способа посева и норм высева семян с учетом почвенно-климатическим условиям возделывания является актуальным.

1.3 Влияние нормы высева семян и способов посева на продуктивность сои

Важными элементами технологии возделывания полевых культур наряду с сортами, являются выбор оптимальных способов посева и норм высева. Ширина

междурядья, расстояние между растениями или плотность посева может повлиять на пространственное распределение и рост отдельных растений (Liu, 2011; 杨新立, 2014). В рассматриваемой природно-климатической зоне важным фактором повышения урожая сои является установление оптимальной площади питания. Поэтому для выявления потенциальных возможностей её высокопродуктивных сортов необходимо оптимизировать способы посева и подбирать рациональную норму высева семян (Казаченко, 2011).

Урожай сои в итоге определяется количеством растений на единицу площади, числом семян с одного растения и массой тысячи семян (杜长玉, 2006; 张瑞朋, 2015). Для сои характерной чертой является высокая пластичность относительно густоты растений, которая проявляется в изменении индивидуальной продуктивности, то есть от количества узлов, ветвей, бобов, семян, их массы, высоты прикрепления нижних бобов и др. Только правильно выбрав ширину междурядий и норму высева семян, можно достичь потенциальной урожайности конкретного сорта сои (Огурцов, 2014). В связи с этим исследования по установлению влияния величины и конфигурации площади питания на конкурентные взаимосвязи растений сои в агробиоценозе и индивидуальную продуктивность растений является важным научным вопросом (Шевников, 2016).

Результаты исследований ученых доказали, что с увеличением нормы высева сои постепенно увеличиваются высота растений, высота прикрепления нижних бобов и длина междоузлий, уменьшаются количество узлов, количество ветвей, количество бобов и семян одного растения.

По массе 1000 семян сои исследования противоречивы. Некоторые эксперименты показывают, что она значительно снижается с уменьшением расстояния между растениями в рядке. Другие, что масса 1000 семян сои в большей степени зависит от характеристик сортов и плотности растений в рядке мало влияет на неё (章建新, 2006; 李筱雨, 2020; 杨加银, 2006; Suhre, 2014; Zhang, 2015; Sun, 2016).

При уменьшении нормы высева конкуренция растений за свет, воду, удобрения и другие ресурсы невелика, приводит к повышению количества бобов и семян одного растения, что вызывает увеличение продуктивности одного растения. При увеличении нормы высева, продуктивность одного растения имеет тенденцию к снижению, однако продуктивность популяции повышается благодаря увеличению количества растений. Только когда количество растений и продуктивность одного растения достигают баланса, урожайность самая высокая. Рациональное увеличение нормы высева может приводить к увеличению урожайности (Чепелев, 2020; Sobko, 2019). Увеличение нормы высева сои должно основываться на обеспечении того, чтобы листья различных ярусов лучше получали солнечный свет и обеспечивали интенсивный рост бобов и семян. В загущенных агроценозах смыкание рядов происходит на ранних фазах развития, поэтому листья нижних ярусов получают недостаточное количество света, они преждевременно желтеют и опадают, что приводит к угнетению и прекращению цветения и, как следствие, к образованию небольшого количества бобов (杨世鹏, 2021). При нарушении баланса между популяцией и особью, трудно добиться ожидаемой урожайности, поэтому увеличение нормы высева сои должно иметь определенный предел (于德彬, 2020). При увеличении нормы высева вначале урожайность сои значительно возрастает с увеличением количества растений, однако, когда плотность посева превышает определенный предел, продуктивность одного растения сильно снижается, что приводит к недобору урожайности сои (满立辉, 2005).

Технологии загущённого посева являются одним из ключевых факторов увеличения производства сои. Но реакция к загущенному посеву различных сортов сои различна (张琪, 2022). Устойчивость сортов сои с разными морфологическими характеристиками к загущенному посеву разная. По сравнению с полудетерминантными сортами сои, интерминантные сорта сои не подходят для загущенного посева (Parvez, 1989; Красовская, 2014). Сорта сои с низкой высотой

растений более подходят для загущенного посева (刘念析, 2020; 韩德贤, 2014; Nianxi, 2020). Отзывчивость к загущенному посеву сортов сои тесно связана с устойчивостью сорта к полеганию. Зависимость полегания от урожайности имеет значительную отрицательную корреляцию.

Увеличение высоты растения приводит к увеличению высоты центра тяжести у растений сои. Увеличение высоты центра тяжести бобов растения будет способствовать полеганию посевов, в итоге повлияет на урожайность семян сои (吕书财, 2018; 李灿东, 2019).

Результаты исследований ученых доказали, что с увеличением междурядий высота растений уменьшается, а количество узлов стебля, ветвей, бобов с одного растения, семян одного растения и масса 1000 семян увеличиваются. Высота растения уменьшается с увеличением расстояния между растениями, а количество бобов с одного растения, семян с одного растения и масса 1000 семян увеличиваются с увеличением расстояния между растениями (Wiggans, 1939; 冉新月, 2022; 吴树, 2023). На урожайность сои влияет не только междурядье, но и расстояние между растениями, чем меньше междурядье и расстояние между растениями (т.е. равномерно распределены), тем более рациональное распределение растений. Индивидуальный рост в большей степени способствует развитию индивидуального производственного потенциала, и реализует выше урожайность (杨从党, 2002). Хан Бингджин и др. установили, что наибольшая урожайность сои получена при равномерном распределении растений в междурядьях. В производстве Китая широко используется междурядье 67-70 см, что превышает эффективное междурядье сои (韩秉进, 2007). В опыте М. Ф. Фадеева и др. (2018) в широкорядных посевах среднее количество семян в бобах было больше, чем в узкорядных. Количество трёх и четырёх семенных бобов в широкорядных посевах больше, чем в узкорядных, а количество одного семенного боба наоборот. Купер обнаружил, что в условиях высокой плотности в рядке не

существует полегания сортов сои. Урожайность при междурядьях 17 см была выше, чем при междурядьях 50 и 75 см (Cooper, 1977).

Ученые сравнили сорта сои с разным периодом вегетации и обнаружили, что раннеспелые сорта имеют слабый рост и подходят для узкорядного посева, позднеспелые сорта лучше подходят для широкорядного посева (Lin, 1968; Robinson, 1998). Различная реакция на междурядье у сои с детерминантным и индетерминантным типом роста (Ablett, 1991; Hugie, 1989). Ибрагим М. Е. сравнил сорта с разным типом роста при разном способе посева, обнаружил, что урожайность детерминантной сои при узкорядном посеве была самой высокой (Ibrahim, 1996). Bowers G.R и др. (2000) также обнаружили, что урожайность сои с детерминантным типом роста при междурядье 50 и менее 50 см выше, чем при междурядье 75-100 см. Бай Юйчэн в эксперименте сравнил урожайность сои при двух способах посева с различными конфигурациями междурядий в четырех рядах на гребне. Урожайность при четырех рядах с неравными междурядьями на гребнях (среднее междурядье 53 см, боковое междурядье 12 см) была выше, чем при четырех рядах с равными междурядьями на гребнях (междурядье 25 см) при одинаковой норме высева (白玉城, 2023). Посевы с неравными междурядьями позволяют оптимизировать расположение популяции сои. Площадь их листьев больше, чем при посеве с равными междурядьями (齐思远, 2022; 何景新, 2009). Поскольку мнения ученых по площади питания сортов, способам и густоте посева расходятся, необходимо для каждого высокопродуктивного сорта сои в условиях конкретного региона изучить оптимальные их параметры.

Суть растениеводства — производственная система, работающая на энергии света. Исследования показали, что 90-95 % биологического урожая приходится на продукты фотосинтеза растений, и только 5-10 % материала приходится на поглощенные корнями питательные вещества. Поэтому фотосинтез является важнейшим фактором, определяющим урожайность культуры (杜维广, 1999; 朱保葛, 2000). Высокая фотосинтетическая активность растений сои тесно связана с

оптимальным междурядьем, рациональной плотностью в рядке. При регулировке способа и нормы посева можно улучшить продуваемость и светопроницаемость между растениями – снижая конкуренцию между отдельными листьями за световую энергию (Kiniry, 1999; Sharratt, 2005).

Оптимальная густота стояния растений и распределение растений в рядке могут регулировать распределение верхних ярусов популяции. Хорошая продуваемость и светопроницаемость в каждом ярусе листьев может способствовать росту и развитию листьев в среднем и нижнем ярусах, задерживая пожелтение и преждевременное старение листьев, улучшению площади листьев каждого яруса, а также способствовать накоплению сухого вещества (李生秀, 2005).

Площадь листовой поверхности является ключевым физиологическим параметром растений, описывающим структуру и состояние роста растений (Verrelst, 2015; Zheng, 2009). Рациональной площадью листовой поверхности можно повысить урожайность сои. При слишком большой или маленькой площади листовой поверхности снижается накопление продуктов фотосинтеза растений (Gan, 2002; Singer, 2001). Стабильный рост площади листовой поверхности наблюдается в вегетативный период, который достигает максимума в период налива семян, затем наступает медленное снижение площади листовой поверхности, что позволяет получить более высокую урожайность сои (常耀中, 1982; Liu, 2008). Густота стояния растений оказывает существенное влияние на площадь листовой поверхности отдельного растения и всего посева в целом (Грязнов, 1967). Ученые путем экспериментов подтвердили, что площадь листовой поверхности растений сои снижается с увеличением густоты стояния отдельных растений (章建新, 2006; 吕书财, 2018; 张晓艳, 2011). А. А. Ничипорович (1970) утверждает, что, несмотря на большие различия в площади листьев у отдельных растений, величина суммарной поверхности листьев на гектаре посева повышается благодаря неодинаковому числу растений. Нужно добиваться, чтобы суммарная

площадь листьев в период полного смыкания листьев была 40-50 тыс. м²/га. В определенном пределе увеличение нормы высева может увеличить общую площадь поверхности листьев. Разница в суммарной площади листовой поверхности при разной норме высева была небольшой в ранний период, с начала цветения она постепенно увеличивается с ростом растений (孙贵荒, 2003; 黄兴军, 2022; 林文磊, 2022).

Хлорофилл является наиболее важным пигментом фотосинтеза сельскохозяйственных культур. Изменение его концентрации напрямую влияет на здоровье сельскохозяйственных культур (Shestakova, E. O., 2020). Чжу Хундэ и др. (朱洪德, 2008) отмечают, что содержание хлорофилла уменьшалось с увеличением плотности растений. Ю Хунцзю (于洪久, 2009) придерживается противоположного взгляда на это. Причины различий могут быть связаны с сортовыми особенностями сои, периодом вегетации и плодородием почвы. Фотосинтетический потенциал является важным параметром, указывающим на фотосинтетическую способность популяции. Чжан Цзяньсинь считает, что фотосинтетический потенциал в каждый период роста обычно увеличивается с увеличением нормы высева. Разница фотосинтетических потенциалов наибольшая в период налива семян. Накопление сухого вещества одного растения уменьшалось с увеличением нормы высева. Норма высева влияет на накопление сухого вещества и урожая популяции (章建新, 2006).

Чистая продуктивность фотосинтеза является наиболее важным показателем, отражающим фотосинтетическую способность растений. Li T (2015) считает, что при увеличении плотности растений, фотосинтетическая способность одного растения будет ограничена из-за влияния затенения и конкуренции за ресурсы между растениями. Ю Хунцзю и др. (于洪久, 2009) считают, что в пределах определенной плотности в рядке растений чистая продуктивность фотосинтеза сои будет увеличиваться с увеличением плотности растений. Когда она превышает определенную плотность растений, чистая продуктивность фотосинтеза

уменьшается. Исследования Ли Жуйдона и др. (李瑞东, 2021; 刘玉兰, 2018) показали, что с увеличением плотности растений чистая скорость фотосинтеза листьев сои с разными типом роста в период R3 - R5 имела тенденцию к снижению, и разница была значительной. Увеличение плотности растений в рядке по-разному влияло на фотосинтез сортов сои с разными типом роста. Чжэн Вэй и др. (郑伟, 2015) показали, что при увеличении плотности посадки с 225 до 375 тыс. растений на га чистая продуктивность фотосинтеза интерминантного и полудетерминантного сорта сои снизилась на 24,8% и 7,3% соответственно.

Влияние расстояния междурядья на фотосинтез в основном было связано с характеристиками структуры верхних ярусов листьев, например, развитие листьев и величина угла наклона листьев (Singh, 1968). Хан Бинджин (韩秉进, 2003) показал, что при одинаковой плотности растений сои уменьшение междурядья и увеличение расстояния между растениями может сделать растения равномерно распределенными, в полной мере использовать эффективные пространственные ресурсы и способствовать фотосинтезу. Пэн Цзянлун и др. (彭姜龙, 2015) отмечают, что увеличение междурядья будет снижать содержание хлорофилла, площадь листьев и чистую продуктивность фотосинтеза сои. Уменьшая расстояние междурядья до соответствующего предела, соя может хорошо расти, развиваться и в полной мере реализовывать свой потенциал урожайности (郑宝香, 2008). Ливингстон (Livingston, 1974) обнаружил, что междурядье 60 см на 73% больше по площади листовой поверхности, чем междурядье 90 см. Ли Чанхуна показал, что площадь поверхности листьев, содержание хлорофилла, фотосинтетический потенциал при посеве с неравными междурядьями выше, чем при посеве с равными междурядьями. Разница между двумя вариантами уменьшалась по мере увеличения междурядья и уменьшения расстояния между растениям (李长红, 2022). Мэн Сянсюнь (孟祥勋, 1992) и Линь Гоцянь (林国强, 1998) показали, что при узкорядном способе посева можно повысить рациональное распределение растений сои, увеличить площадь листьев и светопроницаемость, повысить эффективность

фотосинтеза и чистой продуктивности фотосинтеза. Загущенный и узкорядный способы посева сои на гребнях способствуют увеличению площади листьев и чистой продуктивности фотосинтеза.

Площадь питания — это пространство, в котором отдельные сельскохозяйственные культуры могут поглощать вещества и расти. Площадь питания одного растения и количество веществ, поглощаемых растением из почвы, в определенных пределах положительно коррелируют.

Семена являются носителями морфологических, биологических и хозяйственных свойств растений, от их качества зависит величина и качество урожая сельскохозяйственных растений. Посев высококачественными семенами районированных сортов обеспечивает увеличение урожая сельскохозяйственных культур на 10-20% (Иванова, 2022). В настоящее время исследований по влиянию способа посева и нормы высева на посевные качества семян относительно мало. Ранее учеными установлено, что посев культуры с низкой нормой высева даёт качественные семена. А. А. Тедеев и др. показали, что полевой всхожести семян гороха имела тенденцию к её снижению при увеличении нормы высева (Тедеева, 2017). Получение дружных всходов с заданной густотой стояния растений возможно, регулируя её оптимальной нормой высева и способом посева семян (Миленко, 2016). Пигорев И. Я. (Пигорев, 2009) утверждает, что с увеличением нормы высева увеличивается полевая всхожесть семян сои. Rahman M. M. и др. (Rahman, 2005) показали, что норма высева не оказала влияния на всхожесть, но энергия прорастания семян снижалась по мере увеличения нормы высева.

В отдельные годы возникает проблема получения семян сои, соответствующих стандартам по посевным качествам. Г. А. Хасанов (2009) отмечает, что посевные качества семян нута не зависят от способов размещения растений по площади поля, но наблюдается тенденция к снижению их всхожести при увеличении ширины междурядий.

Гретченко А. Е. и др. (2021) доказали, что лабораторная всхожесть семян сои, полученных при широкорядном способе посева (45 см), была более стабильна. В

опыте Ф. Б. Омарова (2015) посевные качества семян сои (энергия прорастания, лабораторная всхожесть и полевая всхожесть) были лучше на варианте с широкорядным способом посева с шириной междурядий 45 см и нормой высева 350-500 тыс. шт./га. Энергия прорастания у них была равна 83-85%, лабораторная всхожесть 94-96%, полевая всхожесть 75-77 %.

В опыте Чернышенко П. В. (2013) доказано, что для семеноводческих посевов сои можно использовать семена, полученные при выращивании как при рядовом, так и широкорядном способах посева с нормами высева 400–800 тыс. шт./га. При этом энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян составляли 79–89 и 91–95 %. Ли Гоцень и другие (李国臣, 2020) считают, что норма высева и способ посева не оказывают прямого влияния на посевные качества семян сои. Когда норма высева слишком велика, это приводит к полеганию посевов и влияет на формирование и развитие семян. В результате снижается прорастание семян.

Оптимальная густота стояния — важное условие для высоких урожаев. Для ее достижения критически важен правильный выбор нормы высева. Густота может варьироваться в зависимости от почвенно-климатических условий. Площадь питания одного растения влияет на компоненты урожайности и является ключевым фактором быстрого созревания. Она определяется шириной междурядий, что влияет на расстояние между семенами в ряду. Ранее ширина междурядий при выращивании сои составляла 45 см, сейчас оптимальная — 15 см. Уменьшение ширины междурядий способствует более равномерному расположению листьев и активной ассимиляции, корневая система лучше проникает в почву, а сорняки угнетаются. При увеличении нормы высева ширина междурядий должна уменьшаться, иначе расстояние между растениями будет слишком малым, что увеличивает риск полегания.

В определенной природно-климатической зоне решающим фактором повышения урожая может быть оптимальная площадь питания культуры. Выявить потенциальные возможности урожайности амурских сортов сои можно путем подбора рациональных норм высева и способов посева.

Способ посева и норма высева являются важными элементами технологии возделывания сои, влияющими на урожайность культуры. Амурская область по географическому положению и климатическим условиям исторически является благоприятной для произрастания сои. Но агрометеорологические условия в период вегетации культуры не устойчивые и имеют отклонения от нормы. Соя достаточно устойчива к переувлажнению почвы. Она может выдерживать временное затопление не более 3-4 суток. Однако избыток влаги во второй половине вегетации приводит к интенсивному росту зеленой массы и снижению урожайности. Сорта сои, включенные в реестр селекционных достижений, имеют ряд положительных характеристик. Но к ним не прилагается сортовая агротехника, которая являлась бы дорожной картой агронома для корректировки всей технологии возделывания в конкретных почвенных и агрометеорологических условиях. Изучение реакции сортов сои на элементы агротехники важно, не только для новых сортов, но и для тех, которые сейчас возделываются, и каждое хозяйство ищет для себя оптимальные агротехнологические приемы для получения стабильной продуктивности. Большинство хозяйств не учитывают сортовую специфику и возделывают сою стандартным способом с применением гербицидов. Хотя соя — культура широкорядного посева, количество семян на единицу площади имеет значение. Потребности растений сои в площади питания и факторы роста требуют более глубокой оценки в условиях южной сельскохозяйственной зоны Амурской области

Оптимизация нормы высева и ширины междурядий позволит растениям рационально использовать солнечную энергию и тепло для эффективной работы фотосинтетического аппарата и реализации продуктивного потенциала сортов сои. Эти вопросы были поставлены на изучение в представленной работе.

ГЛАВА 2 ОБЪЕКТ, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Объект исследования

Объект исследования – сорта сои. Для выбора объекта исследования мы провели анализ районированных и перспективных сортов сои по основным характеристикам: продолжительность вегетационного периода, форма куста, высота растений, количество ветвей, форма листа, масса 1000 семян и тип роста. Линейные размеры сорта и тип роста растений сои имеют большое значение, так как в значительной мере характеризуют пригодность сорта к возделыванию. Соблюдая методические требования полевого опыта, выбраны сорта сои с разным типом роста, периодом созревания бобов и урожайностью (Каталог сортов сои, 2021).

Сорт Лидия по производственной классификации относится к скороспелой группе с продолжительностью вегетационного периода 94-104 дней и потенциальной урожайностью 3,1 т/га. Высота растений – 57-90 см, лист заостренно-яйцевидный, средней крупности, облиственность растений высокая. Окраска цветка фиолетовая. Сорт характеризуется индетерминантным типом роста, прямым стеблем. Растение сорта формирует от 2 до 5 веток, форма куста полусжатая (Каталог сортов сои, 2021).

Сорт Персона относится к среднеспелой группе с вегетационным периодом 103-109 дней и потенциальной урожайностью 3,2 т/га. Высота растений – 61-98 см, лист 3-листочковый, ланцетовидной формы. Окраска цветка фиолетовая. Сорт характеризуется детерминантным типом роста, прямым стеблем, ограниченным количеством веток (Каталог сортов сои, 2021).

Сорт Умка среднеспелый, вегетационный период – 104-110 дня и урожайность – 3,8 т/га. Высота растений – 65-95 см, боковой листочек (сложного листа) заострённо-яйцевидный, средней крупности, облиственность растений высокая. Окраска цветка фиолетовая. Сорт характеризуется полудетерминантным типом роста, прямым стеблем (Каталог сортов сои, 2021).

Предмет исследования – полевая всхожесть семян, даты наступления, продолжительность фаз роста и развития, количественные и линейные показатели роста растений, фотосинтетические показатели посевов, урожайность и её структура, качество продукции (белок, жир и др.) и семян, закономерности их наступления, формирования и связи между ними.

2.2 Место и условия проведения исследований

Исследования проводили в 2017-2019 гг. на опытном поле Дальневосточного государственного аграрного университета (с. Грибское, Благовещенский муниципальный округ).

2.2.1 Почва опытного участка

Почва опытного участка - черноземовидная среднесуглинистая. Агрохимическая характеристика пахотного горизонта (0-20 см) следующая: содержание гумуса – 1,5-1,8% (очень низкое), реакция среды рН 5,2 (слабокислая), сумма поглощенных оснований – 15,0-15,3 мг-экв./100 г почвы (средняя), гидролитическая кислотность – 1,0-1,4 мг.экв./100 г почвы (очень низкая). Содержание питательных элементов в почве: подвижного фосфора колеблется от низкого до среднего значения 46-66 мг/кг, калия – повышенное 134-146 мг/кг (Черноситова и др., 2022). Перед посевом определяли влажность верхних слоев почвы (0-10 см), которая составила к массе абсолютно сухой почвы в 2017 году 25,6 %, в 2018 году – 21,2 % и 2019 году – 17,8 %.

2.2.2. Метеорологические условия в годы проведения исследований

Метеорологические условия в годы проведения исследований (2017- 2019 гг.) различались по термическому и влажностному режимам, что позволило изучить вопросы влияния гидротермического режима периода вегетации на рост, развитие и реализацию продуктивных качеств сортов сои при разных способе посева и норме

высева семян (Агрометеорологический обзор, http://rp5.ru/archive.php?wmo_id=31510&lang=ru).

Период вегетации 2017 г. характеризовался более теплой погодой, чем 2018 и 2019 гг. Средняя температура воздуха во все месяцы была выше по сравнению с многолетними данными от 0,9 до 2,1 °С. Сумма выпавших осадков превышала многолетние данные на 41 мм. Недостаток влаги отмечен в июле. Сентябрь характеризовался частыми дождями. Агрометеорологические условия летнего периода этого года были преимущественно благоприятными и удовлетворительными для роста и развития сои. За период вегетации сои 2017 г. сумма активных температур составила 2623 °С, сумма осадков – 472,2 мм, ГТК –1,95 (рис. 1, рис. 2, рис. 3, прил. 1).

Период вегетации 2018 г. характеризовался неустойчивым температурным режимом, частыми дождями. Средняя температура воздуха с июня по сентябрь была близка к норме. Май и сентябрь были более теплыми на 2,3 и 3,9 °С. Характерной особенностью этого лета является «переувлажнение почвы» в период роста растений. Частые дожди и значительное количество осадков в июне и июле отрицательно сказались на росте и развитии сои. Средняя температура воздуха в сентябре была выше нормы в среднем на 1,8 °С. Сентябрь характеризовался недостатком влаги. За период вегетации сои в 2018 г. сумма активных температур составила 2631 °С, сумма осадков – 501,5 мм, ГТК –2,25 (рис. 1, рис. 2, рис. 3, прил. 1).

Средняя температура воздуха в мае, июне, июле и августе 2019 г. соответствовала среднемноголетним данным. Повышение температурного режима отмечено в сентябре и октябре на 1,8-2,1 °С, соответственно. В мае на полях отмечалось в основном хорошее и слабое увлажнение почвы, запасы продуктивной влаги были удовлетворительными. Недостаток влаги отмечен в июне, августе и сентябре. Избыток был в июле, который характеризовался частыми дождями. В сентябре и октябре преобладала преимущественно теплая и сухая погода.

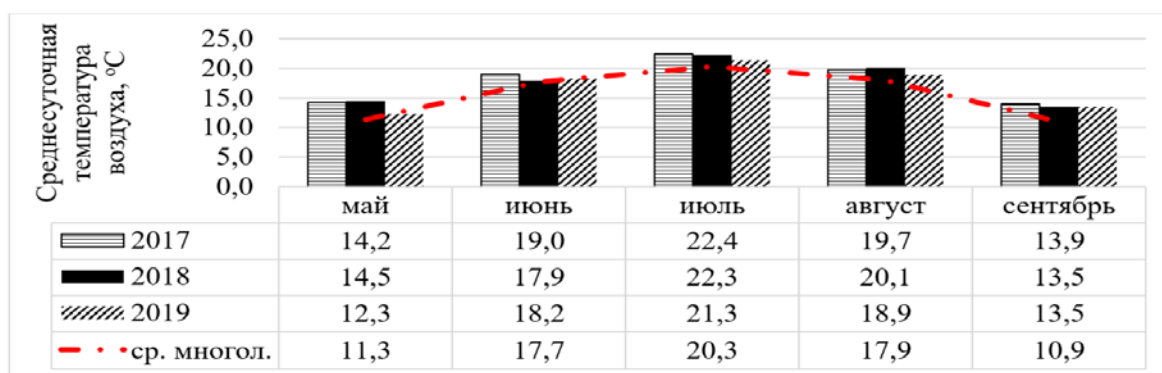


Рисунок 1 – Распределение среднесуточных температур воздуха в период вегетации сои

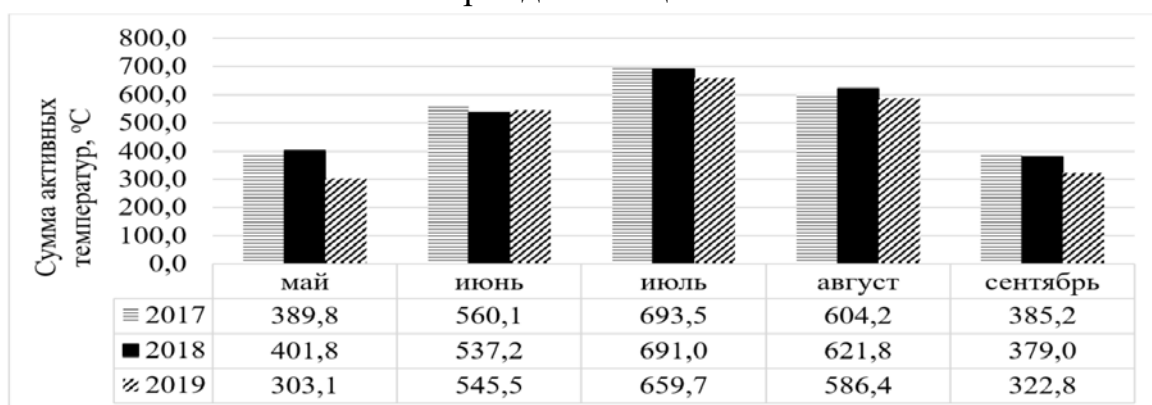


Рисунок 2 – Помесячное распределение сумм активных температур в период вегетации сои

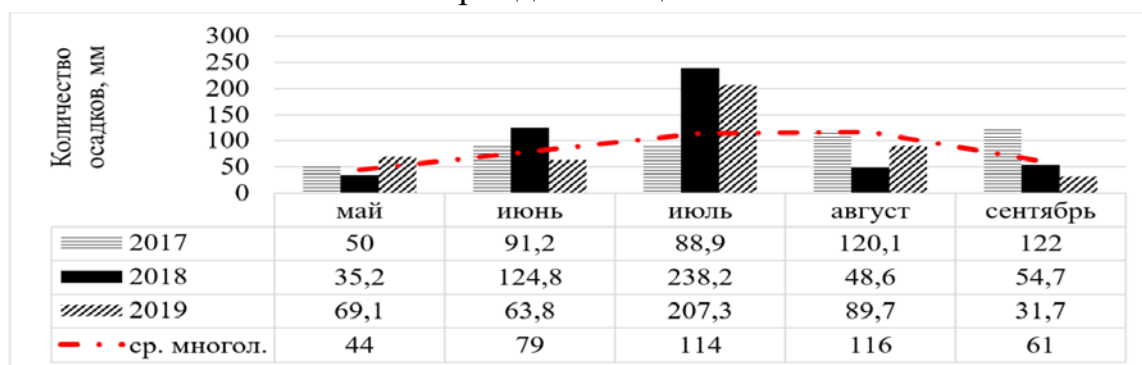


Рисунок 3 – Распределение осадков в период вегетации сои

Агрометеорологические условия для уборки урожая были благоприятными. За период вегетации сои 2019 г. сумма активных температур составила 2417 °С, сумма осадков – 461,6 мм, ГТК – 1,83. В приложении 1 представлены метеорологические условия по годам исследований.

Таким образом, гидротермические условия периода вегетации сои в годы исследования не в полной мере соответствовали биологическим потребностям сои

как по обеспеченности теплом, так и влагой, что, безусловно, отразилось на росте и развитии растений и на реализации потенциальной продуктивности сортов.

2.3 Схема и методика проведения опытов

2.3.1 Схема опытов

Для решения поставленных задач были заложен полевой опыт.

Схема многофакторного полевого опыта:

Фактор А (сорт):

1. Лидия – *st*;
2. Персона;
3. Умка.

Фактор Б (норма высева):

1. 250 тыс. шт./га
2. 400 (контроль) тыс. шт./га;
3. 550 тыс. шт./га;
4. 700 тыс. шт./га;
5. 850 тыс. шт./га.

Фактор С (способ посева):

1. Рядовой (контроль) - ширина междурядий 15 см;
2. Рядовой - ширина междурядий 30 см;
3. Широкорядный - ширина междурядий 45 см;
4. Широкорядный - ширина междурядий 60 см.

Каждому сорту соответствует пять норм высева семян, каждой норме высева – четыре способа посева.

Метод исследования - полевой опыт, включал 60 вариантов. Посевная площадь делянки – 108 м², учетная – 36 м². Повторность вариантов трёхкратная. Размещение опытных делянок последовательное в один ярус (Опытное дело в полеводстве, 1982; Синеговская, и др., 2016).

2.3.2 Наблюдения и учеты

Закладка полевых опытов, наблюдения и учеты проводились в соответствии с требованиями общепринятых методик группы научных специальностей: 4.1. Агрономия, лесное и водное хозяйство (Доспехов, 1985; Синеговская, и др., 2016; Федин, 1989).

Опыту сопутствовали следующие наблюдения, учеты и анализы:

1. Температуру почвы в период посева измеряли на глубине почвы 5-7 см ртутными коленчатыми термометрами Савинова. Для агрохимической характеристики опытного участка отбирали почвенные образцы с каждой делянки, объединенную пробу составляли из 15 точечных проб (индивидуальных проб с одной делянки). Отбор почвенных образцов проводили тростевым буром с пахотного слоя, по диагонали с каждой делянки до глубины 20 см (ГОСТ 28168-89). Определяли обменную кислотность (по методу ЦИНАО ГОСТ 26483-85), содержание обменного аммония (по методу ЦИНАО ГОСТ 26489-85), нитратов (ионометрическим методом ГОСТ 26951-86), подвижных соединений фосфора P_2O_5 , мг/кг и калия K_2O , мг/кг (по методу А. Т. Кирсанова в модификации ЦИНАО ГОСТ Р 54650-2011) в аккредитованной лаборатории ФГБУ «САС» Белогорская.

2. Энергию прорастания, лабораторную всхожесть определяли согласно ГОСТ 12038-84, при условии проращивания семян сои в рулонах фильтровальной бумаги (Семена с. х. культур, 2004). День закладки семян на проращивание и день подсчета энергии прорастания или лабораторной всхожести считали за одни сутки.

3. Степень развития проростков сои (сила роста) определяли морфофизиологическим методом по степени их развития при проращивании в лабораторных условиях по методу Б. С. Лихачева (1977) (табл. 1).

Таблица 1 – Критерии оценки проростков сои (в баллах) по степени их развития (Лихачев Б. С., 1977).

Группа	Показатель	Оценка
Сильные проростки	Главный зародышевый корешок >3 см, имеются боковые корешки, гипокотиль > 2 см	5
	Главный зародышевый корешок менее 3 см, боковые корешки отсутствуют, гипокотиль не менее 1 см	4
	Главный зародышевый корешок не менее 3 см, но имеются боковые корешки, росток отсутствует	3
Слабые проростки	Главный зародышевый корешок не менее 2 см, росток отсутствует	2
	Главный зародышевый корешок не менее длины семени	1

Повторность трехкратная. При этом учитывали размер ростка, его целостность, количество и размеры зародышевых корней, патогенную аномалию. Индексом силы роста служили регистрируемые линейные размеры и степень развития проростков.

4. Фенологические наблюдения проводили по фазам роста и развития на всех делянках опыта в соответствии с методикой ГСИ, выпуск второй (1989). Отмечали следующие фенологические фазы: всходы, третий тройчатый лист, цветение, налив бобов, созревание. За наступление начала фазы принимали дату, когда в неё вступило 10-15 % растений, за полную – не менее 75 %.

5. Учет густоты стояния растений проводили на каждой делянке опыта, дважды, при наступлении полных всходов и перед уборкой урожая, на постоянных аналитических площадках площадью 1 м².

6. Для определения фотосинтетической деятельности растений растительные пробы отбирали в фазы роста и развития, начиная с третьего тройчатого листа до конца вегетации по 15 растений с каждой делянки. Общая проба составляла 45 растений, в которой определяли массу стеблей, листьев и генеративных органов весовым методом, прирост абсолютно сухого вещества (АСВ), площадь листьев методом высечек. Фотосинтетический потенциал (ФП) рассчитывали как произведение полусуммы площадей листьев за 2 последующих определения на длительность периода между этими определениями в днях по методике, изложенной Синеговской В. Т. и др. (2016), по формуле (1).

$$\text{ФП} = \frac{S_1 + S_2}{2} \times T \text{ м}^2 \text{ дней/га, (1)}$$

где S_1 и S_2 – площадь листьев, м² /га; T - период времени, дни

Чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) определяли за какой-либо период или в среднем за вегетацию по методике, изложенной Синеговской В. Т. и др. (2016), по формуле (2)

$$\text{ЧПФ} = \frac{B_2 - B_1}{0,5 \times (S_1 + S_2) \times n} \text{ г/м}^2 \text{ сутки, (2)}$$

где B_1 и B_2 – сухая масса растений в конце и начале учетного периода, г; S_1 и S_2 – площадь листьев, m^2 /га; n — число дней между определениями.

7. Определение структуры урожая проводили за 1-2 дня до начала уборки культуры (24-26 октября). Для определения структуры урожая отбирали по 25 растений (выдергивали растения с корнями) с каждой делянки опыта и проводили анализ снопового образца. Определяли высоту растения, высоту прикрепления нижних бобов, на растении число ветвей, узлов, бобов, среднее количество семян в бобе, массу семян с одного растения (Федин, 1989). Расчетным методом определяли массу 1000 семян в граммах (Семена с.х. культур, 2004).

8. Уборку урожая с опыта проводили в один день, с каждой делянки – комбайном Terrion-2010, в мешки с полиэтиленовым вкладышем, завязывали и снабжали их наружной и внутренней этикеткой. Урожайность семян учитывали по бункерному весу до проведения первичной очистки. Данные об урожае с учетной площади переводили на урожайность с 1 га, выражаемую в т/га и пересчитывали на стандартную влажность семян 14 %.

9. Содержание белка и жира определяли на инфракрасном анализаторе Инфраскан 4200 в лаборатории «Качество растениеводческой продукции» факультета агрономии и экологии.

10. Коэффициент использования ФАР растениями ($K_{\text{фар}}$) определяли по формуле 3, сгруппированной Масным Р. С. (2023 г.):

$$K_{\text{фар}} = \frac{Y_z \cdot (100 - B) \cdot L \cdot K}{Q_{\text{фар}} \cdot 10^3 \cdot 100}, \quad (3)$$

где Y — урожайность, т/га; B — стандартная влажность зерна, % (для сои - 14%); L — коэффициент хозяйственной эффективности (для сои - 0,553); K — калорийность 1 кг сухой биомассы, кДж/кг (для сои - 4900, кДж/кг); $Q_{\text{фар}}$ — приход ФАР, кДж/см².

Для изучаемых сортов использование солнечной радиации за вегетационный период рассчитывали на основании данных приложения 2 и 3.

11. Коэффициент водопотребления определяли по формуле 4 (Щегорец, 2015):

$$K_W = \frac{W \times L}{Y}, \quad (4)$$

где K_W — коэффициент водопотребления, мм га/ц; W — продуктивная влага, мм; L — коэффициент хозяйственной эффективности (для сои - 0,553); Y — урожайность, т/га.

12. Продуктивную влагу определяли по формуле 5 (Щегорец, 2015):

$$W = W_0 + 0,8P, \quad (5)$$

где W_0 — запасы влаги весной, т/га; P — осадки на вегетации сои, мм; 0,8 — коэффициент использования осадков.

13. Действительно возможную урожайность (ДВУ) определяли по формуле 6 (Абанников В.Н, 2019):

$$\text{ДВУ} = \frac{W}{K_W} \times L, \quad (6)$$

где K_W — коэффициент водопотребления, мм га/ц; W — продуктивная влага, мм; L — коэффициент хозяйственной эффективности (для сои - 0,553).

14. Потенциальную урожайность (ПУ) определяли по формуле 7 (Абанников В.Н, 2019):

$$\text{ПУ} = \frac{Q_{\text{ФАР}} \times K_{\text{ФАР}} \times 10^3 \times 100}{(100 - B) \times L \times K}, \quad (7)$$

где B — стандартная влажность зерна, % (для сои - 14%); L — коэффициент хозяйственной эффективности (для сои - 0,553); K — калорийность 1 кг сухой биомассы, кДж/кг (для сои - 4900, кДж/кг); $Q_{\text{ФАР}}$ — приход ФАР, кДж/см²; $K_{\text{ФАР}}$ — коэффициент использования ФАР посевами, %.

15. Расчет экономической эффективности проводили на основе сопоставления ряда показателей, таких как себестоимость единицы продукции, прибыль и уровень рентабельности (Синеговский, 2015, 2018). По фактическим ценам и затратам на выращенную продукцию, согласно технологическим картам по выращиванию сортов сои.

16. Статистическую обработку проводили по методике Б.А. Доспехова (1985) дисперсионным и корреляционным анализом результатов исследований с использованием стандартных компьютерных программ в Microsoft Excel и программного пакета SNEDECOR (Сорокин, 2012). Оценку результатов делали на 0,05 %-ом уровне значимости t - и F -критерия, значения НСР рассчитывали в абсолютных и относительных показателях.

2.3.3 Агротехника в опыте

После уборки предшественника (зерновые культуры) проведено глубокое рыхление, перед посевом - весеннее боронование и предпосевная культивация (третья декада мая) на глубину заделки семян 5-6 см с одновременным внесением почвенного гербицида Фронтьер Оптима (д. в. 720.0 г/л диметенамид-П), препаративная форма концентрат эмульсии (КЭ). Имеет третий (III) класс опасности для человека (малоопасный) и четвертый (IV) класс опасности для полезных организмов (неопасный). Норма расхода гербицида по сое составляет 1,2 л/га.

Семена перед посевом не обрабатывали фунгицидами. Посев проводили сеялкой СН-16 в агрегате с трактором Dongfeng DF 304, срок посева в 2017 году - 29 мая, в 2018 - 28 мая, в 2019 году – 23 мая. Норма высева и ширина междурядий согласно схеме опыта. Глубина посева – 4-6 см. После посева семян проведено прикатывание. Расстояние между семенами в рядке в зависимости от изучаемого варианта представлено в таблицах 2, 3, 4.

Уход за посевами включал борьбу с сорняками баковой смесью гербицидов в фазу третьего тройчатого листа (первая декада июля) Галакси Топ+Арама. Галакси Топ (д.в. 320 г/л Бентазол+160 г/л Ацифлуорфен), препаративная форма водорастворимый концентрат (ВРК). Имеет второй (II) класс опасности для человека (опасный) и третий (III) класс опасности для полезных организмов (малоопасный).

Таблица 2 - Расстояние между семенами в рядке (сорт Лидия), см

Способ посева	Норма высева, тыс. шт./га				
	250	400	550	700	850
Рядовой 15 см	2,6	1,8	1,2	1,0	0,8
Рядовой 30 см	1,6	1,0	0,7	0,5	0,4
Ширококорядный 45 см	1,3	0,8	0,6	0,4	0,4
Ширококорядный 60 см	1,1	0,7	0,4	0,3	0,3

Таблица 3 - Расстояние между семенами в рядке (сорт Персона), см

Способ посева	Норма высева, тыс. шт./га				
	250	400	550	700	850
Рядовой 15 см	3,0	2,0	1,5	1,2	1,0
Рядовой 30 см	1,7	1,1	0,8	0,6	0,5
Ширококорядный 45 см	1,4	0,9	0,7	0,5	0,4
Ширококорядный 60 см	1,2	0,7	0,5	0,4	0,3

Таблица 4 - Расстояние между семенами в рядке (сорт Умка), см

Способ посева	Норма высева, тыс. шт./га				
	250	400	550	700	850
Рядовой 15 см	2,0	1,3	0,9	0,7	0,6
Рядовой 30 см	1,1	0,7	0,5	0,4	0,3
Ширококорядный 45 см	0,9	0,6	0,4	0,3	0,3
Ширококорядный 60 см	0,7	0,5	0,3	0,3	0,2

Арама (д.в. 45 г/л Тепралоксидим), препаративная форма концентрат эмульсии (КЭ). Имеет второй (II) класс опасности для человека (опасный) и третий (III) класс опасности для полезных организмов (малоопасный). Норма расхода смеси гербицидов по сое в опыте составляет 1,5 л/га. Препараты против болезней и вредителей не применяли. Уборку проводили селекционным комбайном Terrion-2010, срок уборки – полная фаза технической спелости бобов.

ГЛАВА 3 ОПТИМАЛЬНЫЙ СПОСОБ И НОРМА ПОСЕВА СЕМЯН ДЛЯ РОСТА И РАЗВИТИЯ СОИ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЗОНЫ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

3.1 Влияние погодных условий на наступление и продолжительность фаз роста и развития сои

При возделывании сои для оптимизации параметров продукционного процесса сейчас доступен широкий комплекс агротехнических мероприятий, среди них выбор сорта, способа посева и нормы высева семян, обеспечивающие существенную прибавку урожая. Независимо от агротехнического приема, необходимо обеспечить «комплементарность» биологических особенностей культуры, агроклиматическим условиям зоны выращивания.

В последнее время повсеместно отмечается потепление климата, ареал выращивания сои в области расширяется. Известно, что метеорологические условия ограничивают продуктивность и продвижение культуры в более северные районы. Во-первых, нижний порог активных среднесуточных температур для роста и развития растений в пределах 15–17 °С. Во-вторых, критическим по требовательности к влаге является период от начала цветения до завершения налива семян. В это время культуре необходимо 50–70 % суммарного водопотребления за вегетацию. Дефицит влаги снижает продуктивность растений (Syromyatnikov, 2023; 李阳, 2022). Многолетние исследования Г. М. Дериглазовой (в течение 22 лет) по анализу зависимости урожайности сои от погодных условий показали, что лимитирующими факторами, ограничивающими получение высоких урожаев сои, явились количество выпавших осадков за вегетационный период и гидротермический коэффициент (Дериглазова, 2022). В-третьих, для полного созревания семян сортам, в зависимости от группы спелости, требуется сумма активных температур от 1681–1768 °С (ультраскороспелые), 1787-1946 °С (скороспелые), 1997-2193 °С (среднеспелые), 2211-2301 °С (позднеспелые) (Ковшик, 2018). Красовской А. В. и др. (2022) учеными отмечена прямая тесная

зависимость урожайности зерна с суммой активных температур и средняя прямая связь с суммой выпавших осадков и ГТК. В различные по погодным условиям годы может значительно сократиться или, наоборот, увеличиться вегетационный период и урожайность культуры (Головина, 2022). Анализ литературных данных свидетельствует об актуальности исследований. Установить влияние гидротермического режима на наступление фенологических фаз и длительность межфазных периодов, зависимость формирования урожайности и элементов, определяющих продуктивность сортов сои в различные по метеорологическим условиям годы.

К посеву приступали после наступления благоприятных температур воздуха и почвы, с учетом недельного метеорологического прогноза, при оптимальной влажности почвы на глубине заделки семян для изучаемых сортов сои.

В условиях 2017 г. всходы всех изучаемых сортов при посеве семян 29-го мая появились через 12 суток после посева. Фаза третьего тройчатого листа наступила через 32 суток, цветение – через 42, бобообразование – через 53 суток, налив семян – через 83, (отмечен самый продолжительный период от бобообразования до налива семян), полное созревание отмечено через 107 суток после появления всходов.

В 2018 г. после посева семян 28-го мая всходы у всех сортов появились через 11 суток. Фаза третьего тройчатого листа наступила через 35 суток, цветение – через 49, бобообразование – через 65 суток, налив семян – через 82, полное созревание отмечено через 107 суток после появления всходов.

Фаза всходов в условиях 2019 г. при посеве 27-го мая у всех сортов наступила через 5 суток после посева. Быстрому появлению дружных всходов способствовали выпавшие осадки после посева. Фаза третьего тройчатого листа была зафиксирована через 32 суток, цветения – через 43 суток, бобообразования – через 67 суток, налив семян – через 81 сутки и полное созревание семян – через 104 суток после всходов. Дисперсионный анализ показал, что продолжительность периодов прохождения фенологических фаз роста и развития в разные по

метеорологическим условиям годы между изучаемыми сортами ($F_{\phi} < F_{05}$) существенно не различалась (табл. 5).

Таблица 5 - Даты наступления и продолжительность фаз роста и развития сортов сои

Фаза	Год, дата			Период	Год, сутки		
	2017	2018	2019		2017	2018	2019
Всходы	09.06	07.06	30.05	Всходы-третий тройчатый лист	32	35	32
3-й тройчатый лист	10.07	11.07	01.07	Третий тройчатый лист-цветение	10	14	11
Цветение	20.07	26.07	12.07	Цветение- бобообразование	11	16	24
Образование бобов	31.07	10.08	05.08	Бобообразование- налив семян	30	17	14
Налив семян	30.08	27.08	19.08	Налив семян- созревание	24	25	23
Созревание семян	23.09	21.09	11.09	За вегетационный	107	107	104
F_{ϕ}	В 2017 г. = 2,3; в 2018 г. = 8,1; в 2019 г. = 6,5						

За время исследований наиболее продолжительным (32-35 суток) был межфазный период «всходы – третий тройчатый лист». Более длительный у всех сортов сои он отмечен в условиях 2018 г. Период «третий тройчатый лист – цветение» в среднем составил 12 суток. То же более продолжительнее на 3-4 суток он длился в 2018 г. В среднем период «цветение – бобообразование» длился 17 суток, но более продолжительным он был в условиях 2019 г. Фаза «бобообразование - налив семян» в среднем длилась 20 суток. Короче она была в 2019 г. и наоборот, продолжительнее в условиях 2017 г. Межфазный период «налив семян - техническая спелость» в период исследований у всех сортов был более стабилен, в среднем он длился 24 суток.

Изменение агрометеорологических условий в период вегетации имеет важное значение для наступления и продолжительности фаз роста и развития культуры, при этом их влияние на урожай и его структуру бывает как положительное, так и отрицательное. Показатели оценки тепла и влаги в годы исследований различались. В межфазные периоды роста и развития сортов сои гидротермический коэффициент варьировал в 2017 г. от 1,22 до 3,21, в 2018 г. – от 0,94 до 4,69, в 2019 г. – от 0,89 до 3,41, изменялась их характеристика,

проведенная по критериям увлажнения (засушливости), разработанным Л. И. Сверловой (1980) (Сверлова, 1980).

В 2017 г. период от появления всходов до наступления фазы третьего тройчатого лист характеризовался как незначительно засушливый, затем в течение 10 суток растения росли и развивались во влажных условиях. С фазы начала цветения до бобообразования, когда потребность сои во влаге значительная, период был засушливым. Налив бобов и далее созревание семян проходило во влажных условиях, переходящих в избыточное увлажнение. Период вегетации растений этого года характеризовался как влажный с ГТК равным 1,95.

В 2018 г. от массовых всходов до наступления фазы начала цветения переувлажнение переходило в избыточно влажное состояние. В дальнейшем, когда растения сои массово вступали в фазу цветения, а затем переходили к формированию генеративных органов, наступил засушливый период. Несмотря на это, вегетационный период сортов сои в 2018 г. характеризовался как переувлажненный.

Условия 2019 г. со времени появления всходов до цветения были схожи с условиями 2017 г. Затем с фазы цветения до начала образования бобов растения оказались в условиях избыточного увлажнения. После чего до технической спелости семян они испытывали недостаток влаги, находясь в засушливых и очень засушливых условиях (табл. 6).

В работах Асеевой Т. А. и Фёдоровой Т. Н. (2022) показано, что «переизбыток влаги в фазу цветения и созревания растений приводит к уменьшению их продуктивности, недостаток влаги приводит к пересыханию пахотного слоя почвы, что отрицательно сказывается на накоплении растениями органических веществ. Кроме этого, увеличение температуры приземного слоя воздуха может привести к росту количества и видов насекомых-вредителей, патогенов и сорняков, распространенных в более южных районах».

Таблица 6 - Погодные условия в межфазные периоды вегетации сортов сои

Год	Межфазный период	Сумма осадков, мм	Сумма температур >10°C	ГТК	Оценка периодов
2017	За весь период	402,9	2068,7	1,95	Влажный
	Всходы-третий тройчатый лист	110,9	701,6	1,58	Незначительно засушливый
	Третий тройчатый лист-цветение	34,5	213,3	1,62	Влажный
	Цветение-бобообразование	25,9	213,0	1,22	Засушливый
	Бобообразование-налив семян	118,5	588,6	2,01	Влажный
	Налив семян-созревание	113,1	352,2	3,21	Переувлажненный, избыточно влажный
2018	За весь период	450,5	2000,8	2,25	Переувлажненный
	Всходы-третий тройчатый лист	173,6	636,4	2,73	Переувлажненный
	Третий тройчатый лист-цветение	161,7	345,0	4,69	Избыточно влажный
	Цветение-бобообразование	30,7	327,0	0,94	Очень засушливый
	Бобообразование-налив семян	39,4	334,6	1,18	Засушливый
	Налив семян-созревание	45,1	357,7	1,26	Засушливый
2019	За весь период	367,7	2007,9	1,83	Влажный
	Всходы-третий тройчатый лист	72,2	594,0	1,22	Засушливый
	Третий тройчатый лист-цветение	47,8	233,2	2,05	Влажный
	Цветение-бобообразование	175,1	513,6	3,41	Избыточно влажный
	Бобообразование-налив семян	23,1	260,3	0,89	Очень засушливый
	Налив семян-созревание	49,5	406,9	1,22	Засушливый

Анализ «комплементарности» условий возделывания и биологических особенностей изучаемых сортов сои показал, что в период переувлажнения затягивается рост и развитие растений (рис. 4). Так, в условиях 2017 и 2019 гг. начальный период роста и развития от массовых всходов до формирования третьего тройчатого листа проходил в засушливых условиях и составил 32 суток, тогда как во влажном 2018 г. этот этап длился 35 суток.

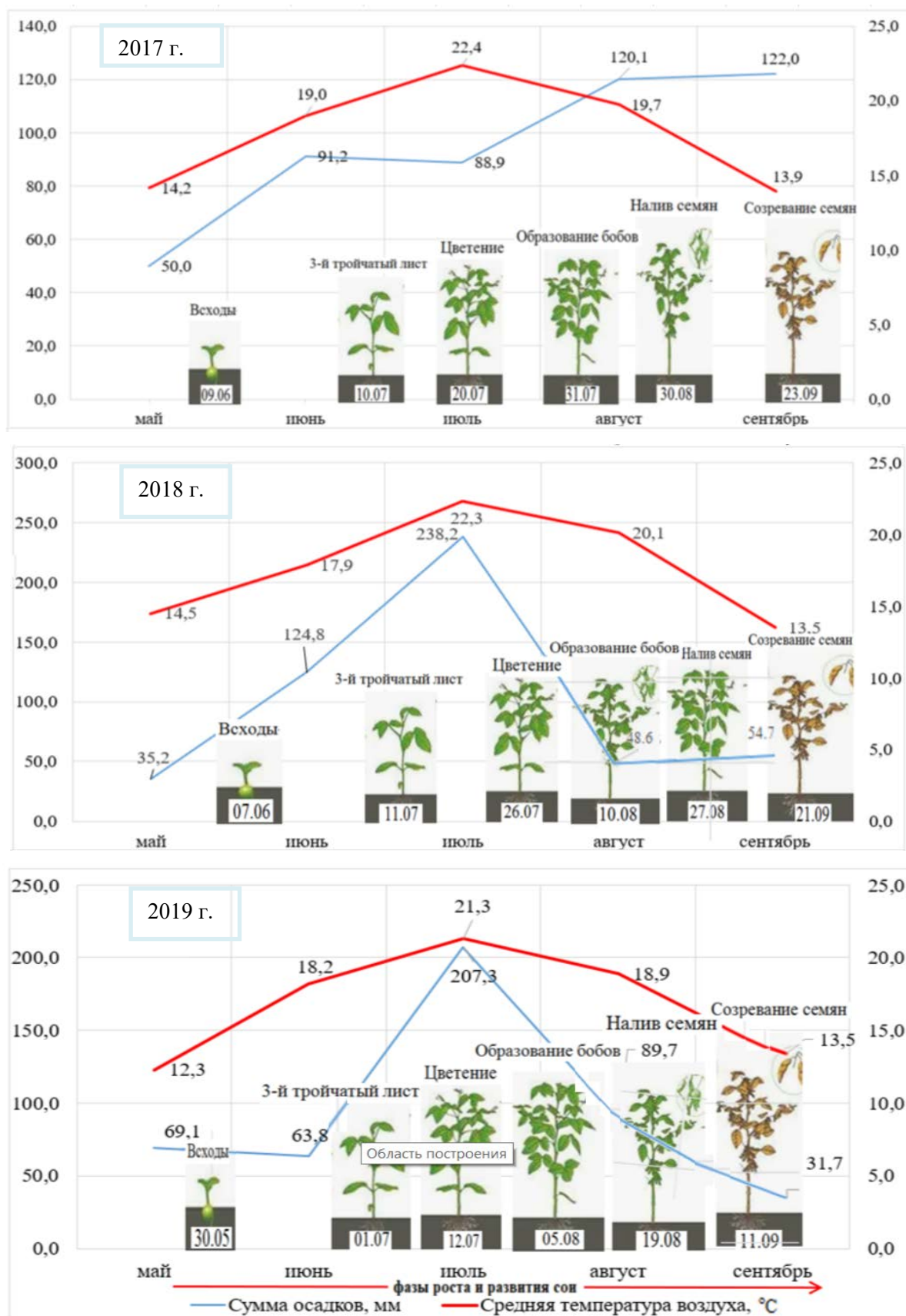


Рисунок 4 - Погодные условия вегетационного периода сортов сои

Избыточно влажный период при формировании третьего тройчатого листа и до цветения способствовал также увеличению межфазного периода, в 2018 г. он продлился от массовых всходов 49 суток, тогда как во влажный период 2017 и 2019 гг. составил 42 и 43 суток. Следующий период «цветение-бобообразование» в 2017 и 2018 гг. был засушливым, избыточное увлажнение зафиксировано только в условиях 2019 г. Отмечено, что растения сои увеличили длительность периода вступления в фазу налива бобов на 8-11 суток, по сравнению с условиями 2017 и 2018 гг.

Реакция сортов сои на длительное увлажнение четко прослеживается при формировании бобов и наливе семян. Чем более остро растения в период «бобообразование-налив бобов» испытывают недостаток во влаге, тем быстрее они переходят к созреванию семян. Так, в 2017 г. август и сентябрь характеризовались значительным выпадением осадков 120-122 мм, налив и созревание семян у всех изучаемых сортов продлились 30 суток. В условиях недостатка влаги в 2018 г. (48-54 мм) и 2019 г. (89-31 мм) за анализируемый период, который составил 17 и 14 суток, растения ускорили наступление фаз зрелости на 30-53%, соответственно. В результате период «налив бобов - созревание» в годы исследований варьировал от 23 до 25 суток. Продолжительность периода от всходов до полной спелости составила 104-107 суток.

Благоприятные условия для закладки величины будущего урожая складываются тогда, когда в критические периоды роста и развития растений сои, продолжительность светлого времени суток становится короче, снижается среднесуточная температура и амплитуда её колебания, повышается относительная влажность воздуха и выпадают осадки. В этот период растения адекватно реагируют на изменение погодных условий и обеспечивают формирование большого количества бутонов и цветков, это необходимо учитывать при планировании проведения полевых работ и выборе технологии возделывания на основе долговременных агрометеорологических прогнозов.

Важным фактором, влияющим на показатели урожайности и структуры урожая семян сои, являются календарные сроки наступления фаз и продолжительность межфазных периодов, которые в большой степени зависят от природно-климатических условий (Агафонов, 2018).

При оценке наступления фаз роста, развития и продолжительности межфазных периодов в разные по метеорологическим условиям годы между изучаемыми сортами Лидия, Персона и Умка существенных различий не установлено.

По результатам исследований выявлено, что в избыточно влажный год межфазный период «всходы – третий тройчатый лист» у сортов сои на 3 суток больше, чем во влажном. Период «третий тройчатый лист – цветение» в избыточно влажный год продолжительнее на 3-4 суток. В условиях сильного увлажнения увеличивается период «цветение – бобообразование». Фаза «бобообразование – налив семян» в засушливых условиях сокращается в увлажненных увеличивается. Это связано с тем, что большое количество осадков снижает температуру. Низкая температура задерживает рост и развитие растений сои (王乐政, 2019).

Таким образом, в различные по метеорологическим условиям годы ГТК в отдельные межфазные периоды не отвечает биологическим потребностям растений, это отражается на их росте, развитии, формировании генеративных органов и реализации потенциальной продуктивности сортов сои. В исследовании показано, что агрометеорологические условия являются важными факторами, влияющими на урожайность сои.

3.2 Всхожесть и рост сортов сои в зависимости от способа и нормы высева семян

Производство сои как особо ценной и инвестиционной привлекательной культуры в России с каждым годом увеличивается не только за счет расширения посевных площадей, но и благодаря повышению урожайности. Так, в 2022 г. она достигла 1,89 т/га, а валовые сборы соевых семян составили более 5 млн т. Важный фактор, влияющий на продуктивность растений, – внедрение

эффективных агротехнических приемов, один из них – способ посева и норма высева семян (Zhang Yiling, 2023; Алиева, 2022; Балакай, 2023). Их применение регулирует густоту стояния и габитус растений сои и влияет на морфологические и биологические особенности роста, развития и урожайность сои (Дмитриева, 2024; Оганнисян, 2021; Расулова, 2020; Булавинцев, 2023; Балакай, 2023).

По мнению некоторых авторов, повысить урожайность сои можно загущённым посевом, до определенного предела (Yu, 2021). Загущенные растения сои формируют тонкие стебли, которые к периоду созревания не могут удержать массу листьев и бобов, и обычно полегают. Что затрудняет их скашивание и увеличивает потери зерна при уборке (Казаченко, 2011; Yin, 2018). Урожайность может снизиться от 50 до 70 % по сравнению с оптимальной густотой стояния. Изреженные посевы также нежелательны, поскольку растения сои при хорошей освещенности закладывают несколько боковых побегов, на них расходуются питательные вещества, которые могли бы пойти для формирования генеративных органов на главном стебле. Боковые побеги в период налива бобов при большой массе зерна обламываются, что приводит к большим потерям и снижению урожая сои.

Урожайность сои зависит от количества жизнеспособных растений на единице площади. Высокая всхожесть семян сои обеспечивает достаточную плотность растений для формирования популяции. Это позволяет максимально использовать световую энергию, питательные вещества и влагу, улучшает эффективность фотосинтеза и создает условия для получения высокого урожая (Sheteiwy M S, 2021).

Наблюдения за развитием сои на экспериментальном участке за период вегетации растений 2017-2019 гг. не показали значительной прямой зависимости густоты стояния от способа посева, но отмечена тенденция повышения полевой всхожести семян при снижении нормы высева от 850 до 250 тыс. всхожих семян на 1 га (табл. 7, 8, 9).

Таблица 7 – Полевая всхожесть растений сои сорта Лидия при различных способах посева и нормах высева, в среднем за 2017–2019 гг.

Ширина междурядий, см	Норма высева, тыс. шт./га	Густота всходов, тыс. растений на 1 га	Полевая всхожесть, % от нормы высева
15 (контроль)	250	243	97,3
	400 (контроль)	387	96,8
	550	520	94,6
	700	656	93,7
	850	783	92,1
30	250	242	96,9
	400 (контроль)	387	96,8
	550	526	95,6
	700	657	93,8
	850	791	93,1
45	250	241	96,3
	400 (контроль)	385	96,2
	550	522	94,9
	700	652	93,2
	850	791	93,1
60	250	242	96,7
	400 (контроль)	386	96,5
	550	520	94,6
	700	656	93,7
	850	789	92,8

Например, при посеве сои сорта Лидия с шириной междурядий 15 см полевая всхожесть соответственно повысилась с 92,1 до 97,3 %, при посеве с шириной междурядий 30 см соответственно с 93,1 до 96,9 %, при посеве с шириной междурядий 45 см соответственно с 93,1 до 96,2 %, при посеве с шириной междурядий 60 см соответственно 92,8 до 96,7 в среднем за 3 года.

Это связано с тем, что при низкой норме высева конкуренция между растениями сои снижается, и каждое отдельное растение имеет возможность получать больше питательных веществ, влаги и света, что способствует прорастанию семян и развитию побегов (Carciochi W D, 2019). Сравнивая среднее значение в разрезе каждого способа посева, разницы не отмечено: при ширине междурядий 15 см среднее значение полевой всхожести составило 94,9 %, при ширине междурядий 30 см – 95,2 %, при ширине междурядий 45 см – 94,7 % и ширине междурядий 60 см – 94,8 %, соответственно. Такая же закономерность

сохраняется и в других вариантах опыта для изучаемых сортов сои Персона и Умка.

Таблица 8 – Полевая всхожесть растений сои сорта Персона при различных способах посева и нормах высева, в среднем за 2017–2019 гг.

Ширина междурядий, см	Норма высева, тыс. шт./га	Густота всходов, тыс. растений на 1 га	Полевая всхожесть, % от нормы высева
15 (контроль)	250	244	97,7
	400 (контроль)	386	96,6
	550	518	94,1
	700	657	93,9
	850	786	92,5
30	250	241	96,3
	400 (контроль)	385	96,3
	550	520	94,6
	700	663	94,7
	850	791	93,1
45	250	245	97,8
	400 (контроль)	391	97,8
	550	526	95,6
	700	663	94,7
	850	800	94,1
60	250	245	97,8
	400 (контроль)	387	96,8
	550	526	95,6
	700	656	93,7
	850	786	92,5

Незначительные отличия отмечены по густоте всходов от нормы высева. Так, у сорта Лидия отклонение составило всего 2,7-3,7 % от нормы высева при 250 тыс. шт./га, 3,2-3,8 % – от нормы высева при 400 тыс. шт./га, а при норме 550 тыс. шт./га - 4,4-5,4 %, при норме 700 тыс. шт./га – 6,2-6,8 % и при норме 850 тыс. шт./га – 6,9-7,9 %, т. е. чем ниже норма высева, тем лучше густота всходов и, соответственно, полевая всхожесть. Аналогичные результаты, как видно из данных таблицы 8 и 9, получены по всем вариантам. Так как в разреженном посеве проростки не конкурируют друг с другом за влагу в момент всходов, поэтому всхожесть на таких вариантах выше.

Таблица 9 – Полевая всхожесть растений сои сорта Умка при различных способах посева и нормах высева, в среднем за 2017–2019 гг.

Ширина междурядий, см	Норма высева, тыс. шт./га	Густота всходов, тыс. растений на 1 га	Полевая всхожесть, % от нормы высева
15 (контроль)	250	243	97,3
	400 (контроль)	389	97,2
	550	526	95,7
	700	657	93,9
	850	791	93,1
30	250	243	97,3
	400 (контроль)	389	97,3
	550	520	94,6
	700	657	93,9
	850	790	92,9
45	250	243	97,3
	400 (контроль)	387	96,8
	550	526	95,6
	700	657	93,9
	850	785	92,3
60	250	244	97,4
	400 (контроль)	388	97,1
	550	531	96,6
	700	670	95,7
	850	791	93,1

Нормальный рост растений сои является основой для получения урожая. Высота растений и уровень прикрепления нижних бобов являются важными показателями их роста. Сорта сои с более высокой высотой растений обычно обладают более лучшей способностью к фотосинтезу и могут накапливать больше биомассы, что может увеличить урожайность. Однако чрезмерная высота растений может привести к повышенному риску полегания, что снижает урожайность. Высокий уровень прикрепления нижних бобов от поверхности земли – важный показатель снижения риска заболеваний и гниения из-за высокой влажности почвы. Это также облегчает механизированную уборку, что, в свою очередь, способствует повышению урожайности. (Yang, 2021).

У исследуемого индетерминантного сорта Лидия установлено увеличение темпов роста с фазы начала цветения и до фазы налива бобов. Сорт Лидия имеет характерную архитектуру куста по типу стебля. Он характеризуется вытянутым,

постепенно сужающимся стеблем. Ближе к верхушке междоузлия становятся тоньше. Высота растений в зависимости от изучаемого фактора варьировала в среднем от 62 до 69 см. Высота растений ниже 66 см отмечена при широкорядном посеве 45 см при норме высева 250 тыс. шт./га и при посеве с междурядьями 60 см с нормой высева 250, 400, 550, 700 тыс. шт./га. Все отклонения в пределах ошибки опыта (рис. 5,6). Высота прикрепления нижних бобов у этого сорта варьировала от 8 до 12 см (рис. 6). Увеличение плотности посева за счет рядового способа 15 и 30 см и нормы высева 850 тыс. шт./га способствует формированию первых бобов на высоте 12 см у сорта Лидия.

У детерминантного сорта сои Персона рост основного стебля прекратился сразу после перехода в фазу цветения. В это время отмечен переход верхушечной почки в верхушечное соцветие. Высота растений в зависимости от изучаемого фактора варьировала в среднем от 59 до 64 см. Тенденция формирования более высоких растений отмечена при загущении посевов за счет увеличения нормы высева.

Высота прикрепления нижних бобов у сорта Персона варьировала от 8 до 13 см. Очень низкое прикрепление нижних бобов отмечено в вариантах с нормой высева 250, 400 и 550 тыс. шт./га на всех изучаемых способах посева от 8 до 10 см.

У полудетерминантного сорта Умка (с промежуточным типом роста) замедление темпов роста стебля зафиксировано в середине цветения. Высота растений в зависимости от изучаемого фактора варьировала в среднем от 61 до 73 см. Наибольшая высота растений (72 и 73 см) определена при загущенных посевах с нормой высева 700 и 850 тыс. всхожих семян на 1 га при рядовом посеве с междурядьями 15 см. При уменьшении нормы высева отмечено снижение высоты растений до 65-68 см. Эта закономерность повторяется и в вариантах с междурядьем 30, 45 и 60 см. Высота прикрепления нижних бобов у сорта Умка варьировала от 8 до 13 см.

Низкое прикрепление нижних бобов (8-10 см) также зафиксировано в разреженных посевах, при увеличении количества растений на единице площади данный показатель увеличивается на 3-4 см.

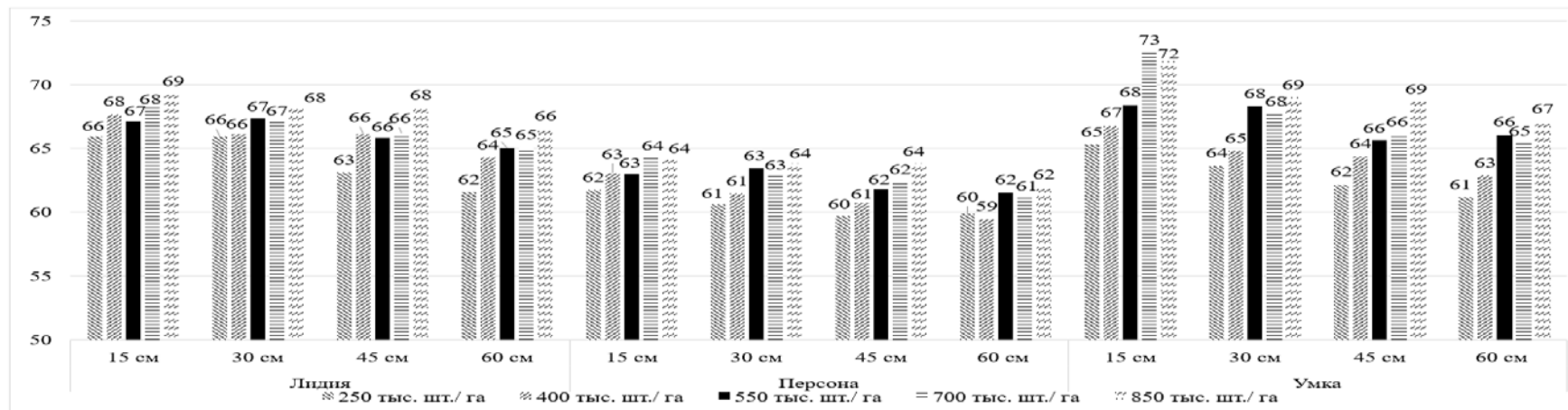


Рисунок 5 – Высота сои в зависимости от способа и нормы посева, см (2017–2019 гг.)

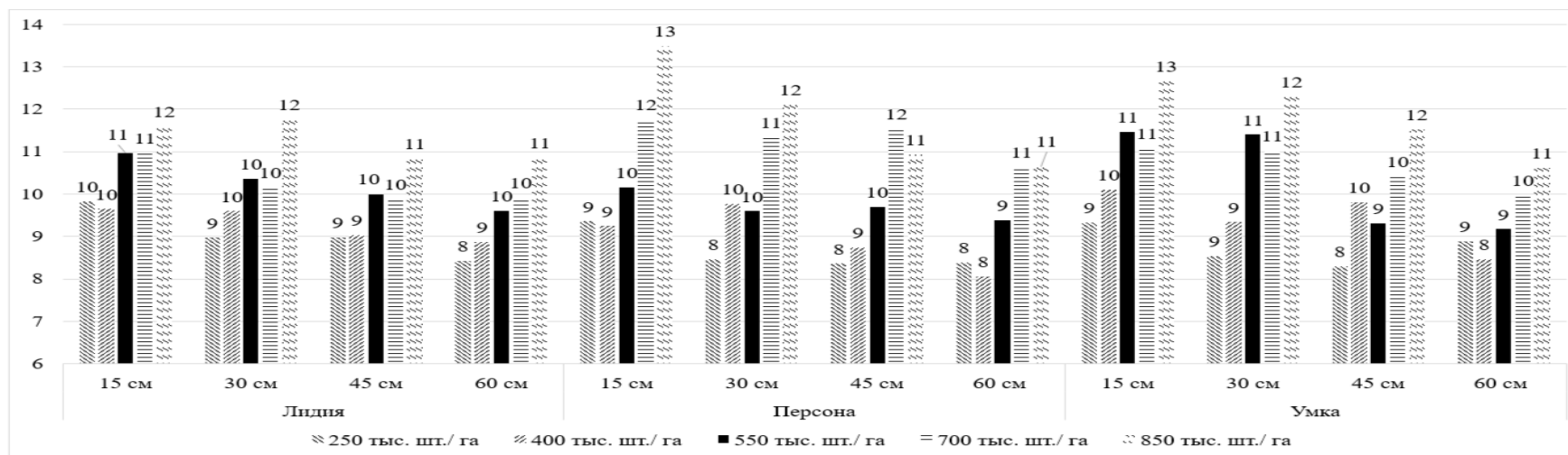


Рисунок 6 – Высота прикрепления нижних бобов сои в зависимости от способа и нормы посева, см (2017–2019 гг.)

Высота растений в зависимости от изучаемого фактора варьировала в среднем от 62 до 69 см. Высота растений не ниже 66 см отмечена при широкорядном посеве 45 см и норме высева 250 тыс. шт./га и при посеве с междурядьями 60 см с нормой высева 250, 400, 550, 700 тыс. шт./га. Высота прикрепления нижних бобов у этого сорта варьировала от 8 до 13 см. С увеличением плотности посева за счет рядового способа 15 и 30 см и нормы высева 850 тыс. шт./га способствует формированию первых бобов на высоте 12 см у сорта Лидия, 12-13 см у сортов Персона и Умка.

Установлена зависимость формирования более высоких растений при загущении посевов при увеличении нормы высева до 700 и 850 тыс. шт./га и уменьшении ширины междурядий до 15 и 30 см. Также увеличение густоты посева способствует более высокому формированию первых бобов на растениях сои (у сорта Лидия – на высоте 12 см; Персона и Умка – 12-13 см). Низкое прикрепление нижних бобов (8-10 см) зафиксировано в разреженных посевах при норме высева 250, 400 тыс. шт./га и широкорядном способе посева, с междурядьями 45 и 60 см у всех сортов. Подтверждение получено результатами положительной сильной парной корреляционной зависимости между густотой стояния растений и линейными показателями (высотой растений и высотой прикрепления нижних бобов): у сорта Лидия $r=0,66$ и $r=0,84$; у сорта Персона $r=0,72$ и $r=0,86$; у сорта Умка $r=0,76$ и $r=0,81$, соответственно.

Это связано с тем, что в условиях более высокой густоты стояния узкое пространство между растениями сои снижает светопропускание. Светочувствительные пигменты в растениях воспринимают сигнал затенения. Это стимулирует транскрипцию генов для синтеза ауксина, гиббереллина и других гормонов. Эти гормоны способствуют удлинению стеблей сои. Что приводит к увеличению высоты растений и уровню прикрепления нижних бобов. (魏然, 2024).

Таким образом, увеличение нормы высева от 250 до 850 тыс. шт./га и уменьшение ширины междурядий до 15-30 см снижает полевую всхожесть растений. Одновременно увеличение нормы высева и уменьшение ширины междурядий ведет к повышению высоты растений и уровню прикрепления нижних бобов сои.

3.3 Фотосинтетическая деятельность растений сои в зависимости от способа посева и нормы высева семян

Фотосинтез является основой урожайности сельскохозяйственных культур и оказывает большое влияние на обмен веществ и синтез веществ в растениях. Примерно 90-95% биомассы сельскохозяйственных культур образуется благодаря фотосинтезу, поэтому урожайность сильно зависит от его эффективности. Площадь листьев – важный показатель фотосинтетической способности растений. Ученые отмечают, что существует прямая связь между площадью листьев и урожайностью сои (Записоцкий, 2018; 谭春燕, 2012, 丁树启, 2024).

Регулирование потребления природных ресурсов культурными растениями можно добиться регулированием. Изменение численности растений на единице площади – один из эффективных способов регулирования продукционного процесса, направленное на повышение продуктивности в агроценозах. Густота посева влияет на световой, тепловой и газовый режимы в почве и надземном покрове сообщества, что отражается на характере взаимоотношений между растениями и интенсивности фотосинтеза (Иванова, 2016).

Величина листового аппарата напрямую зависит от плотности растений в агроценозе. Чем больше растений на единицу площади, тем ниже продуктивность отдельного растения, хотя урожайность посевов увеличивается. Однако урожайность не может расти бесконечно только за счет увеличения количества растений. Правильный выбор площади питания —

важный фактор устойчивости растений к изменениям окружающей среды, который нужно регулировать оптимальной плотностью посева для каждого сорта. При выборе нормы высева необходимо учитывать плодородие почвы, биологические особенности и способ посева. Оптимальная густота растений сои позволяет достичь максимальной продуктивности на единицу площади (Бабич и др., 1978; Деревянский и др., 1993).

При изучении динамики развития листовой поверхности установлено, что максимальное значение показателя достигается в фазу бобообразования у всех сортов (рис. 7, прил. 4). Площадь листьев в фазу бобообразования, в зависимости от изучаемых вариантов, варьировала у сорта Лидия при рядовом способе посева с междурядьями 15 см от 26 до 37 тыс. м²/га и с междурядьями 30 см от 24 до 33 тыс. м² /га. При широкорядном способе посева с междурядьями 45 и 60 см от 22 до 29 и от 17 до 28 тыс. м²/га, соответственно.

У сорта Персона данный показатель был ниже и составил при рядовом способе посева с междурядьями 15 см от 23 до 32 тыс. м² /га и с междурядьями 30 см от 21 до 30 тыс. м² /га. При широкорядном способе посева с междурядьями 45 и 60 см от 19 до 27 и от 18 до 24 тыс. м² /га, соответственно.

У сорта Умка - при рядовом способе посева с междурядьями 15 см от 28 до 36 тыс. м² /га и с междурядьями 30 см от 23 до 35 тыс. м² /га. При широкорядном способе посева с междурядьями 45 и 60 см от 24 до 33 и от 20 до 29 тыс. м² /га, соответственно.

В наших исследованиях у изучаемых сортов сои (Лидия, Персона, Умка) площадь листьев увеличивается во все фазы роста и растений при повышении нормы высева и снижении ширины междурядья. Максимальная площадь листьев во все фазы развития отмечена при посеве с нормой высева 850 тыс. шт. на 1 га, и шириной междурядья 15 см.

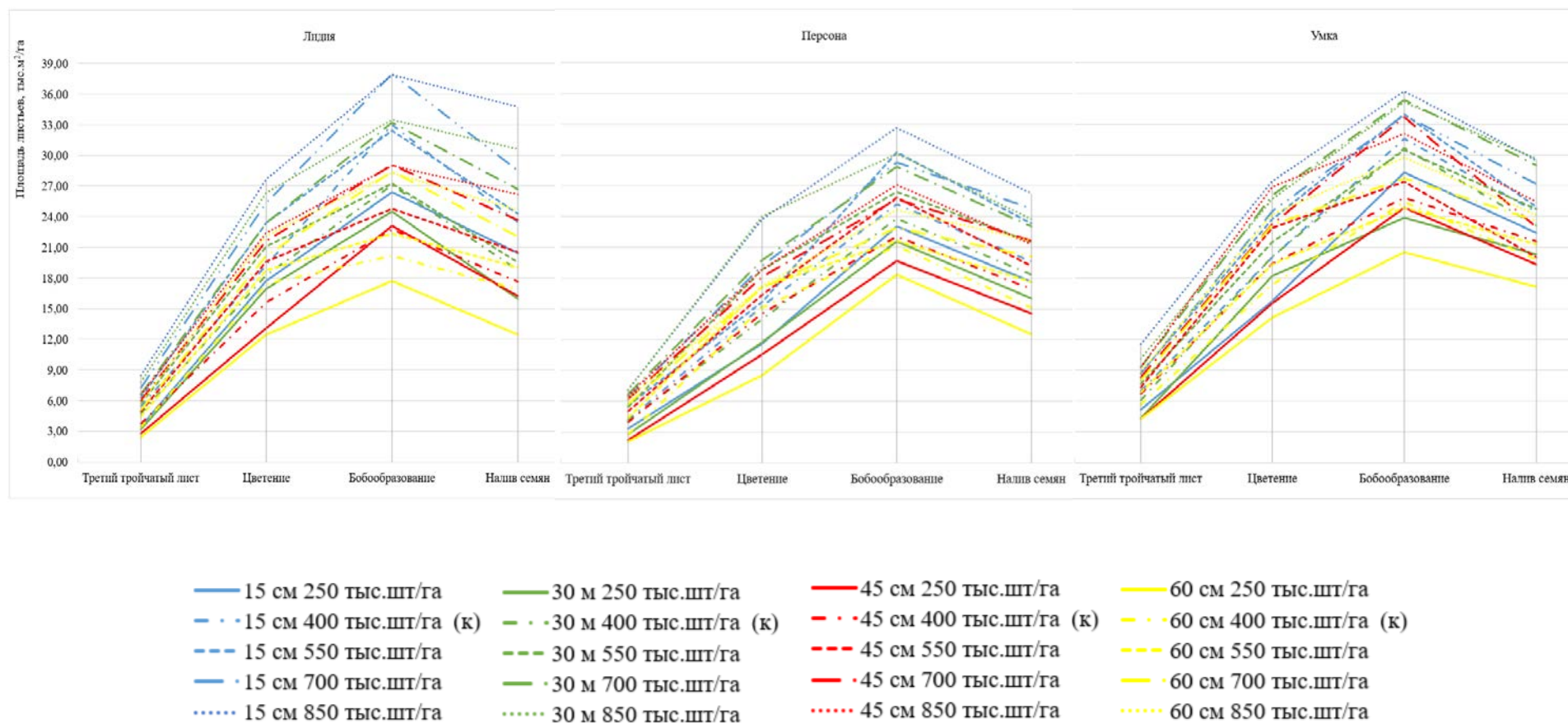


Рисунок 7 – Влияние способа посева и нормы высева на площадь листовой поверхности сои, тыс. м² /га
(среднее за 2017-2019 гг.)

У всех изучаемых сортов сои площадь листьев при переходе растений в фазу налива бобов снижается у сорта Лидия при рядовом посеве на 8-29% (15 см) и 9-35% (30 см), при ширококормном посеве на 10-30% (45 см) и 13-30% (60 см). У сорта Персона снижение примерно на одинаковом уровне при рядовом посеве на 15-23% (15 см) и 21-26% (30 см), при ширококормном посеве на 16-25% (45 см) и 12-32% (60 см).

У сорта Умка снижение площади листьев при наливе бобов по сравнению с бобообразованием зафиксировано при рядовом посеве на 19-27% (15 см) и 16-25% (30 см), при ширококормном посеве на 17-32% (45 см) и 15-22% (60 см). Более значимая разница выявлена при снижении нормы высева. То есть наибольший процент разницы по показателю площадь листьев в разрезе изучаемых норм высева отмечен при минимальной норме высева семян 250 тыс.шт./га по сравнению с максимальной нормой высева (850 тыс.шт./га: 23-35% у сорта Лидия и 23-32% у сорта Персона.

Реакция сорта Умка иная, наибольший процент снижения площади листьев в фазе налива бобов отмечен 17 % при посеве с междурядьями 15 см и норме высева 550 тыс. шт./га; 25 % при посеве с расстоянием в междурядьях 30 см и норме высева 400 тыс. шт./га; 27 и 32 % при посеве с междурядьями 45 см и норме высева 550 тыс. шт./га и с междурядьями 45 см и норме высева 700 тыс. шт./га; 22 % при посеве с междурядьями 60 см и норме высева 400 тыс. шт./га. При этом отмечено, что площадь листьев от фазы третьего тройчатого листа до бобообразование увеличивается, разница снижается. С фазы налива бобов площадь листьев снижается, разница увеличивается.

Таким образом, наблюдается стабильная тенденция увеличения максимальной площади листьев при повышении густоты стояния растений за счет уменьшения ширины междурядий и увеличения нормы высева для всех изучаемых сортов. Следовательно, увеличение нормы высева или

уменьшение ширины междурядий приводит к росту площади листовой поверхности посевов в целом.

Это связано с тем, что при увеличении густоты стояния сои за счет большего количества растений общая площадь листьев на единицу площади также возрастает, что, в свою очередь, увеличивает площадь листовой поверхности и максимальную площадь листьев на разных фазах развития культуры (丁树启, 2024).

В.Т. Синеговская совместно с О. П. Ран (2013) отмечают, что каждый верхний лист обеспечивает формирование продуктивного боба. Величиной, характеризующей интенсивность работы листового аппарата путем использования солнечной радиации посевами сельскохозяйственных культур для фотосинтеза в течение вегетации, является фотосинтетический потенциал.

Для определения интенсивности работы листового аппарата в течение вегетации используют показатель фотосинтетического потенциала (ФП). В наших исследованиях показано, что повышение нормы высева приводит к увеличению интенсивности фотосинтетической деятельности посевом изучаемых сортов сои (табл. 10, прил. 5).

Отмечена более интенсивная работа листового аппарата при более загущенных посевах при рядовом посеве (15 см) и нормой высева 850 тыс. шт./га у сорта Лидия 1,7 млн. м² сут./га и у сорта Персона 1,4 млн. м² сут./га. С увеличением площади питания растений за счет увеличения ширины междурядий фотосинтетический потенциал растений снижался у сорта Лидия до 1,2 млн. м² сут./га, Персона – 1,1 млн. м² сут./га. У сорта Умка наибольший фотосинтетический потенциал отмечен при рядовом способе посева с междурядьями 15 и 30 см и составил 1,6 млн. м² сут./га. При широкорядном посеве с междурядьями 45 и 60 см также отмечено снижение изучаемого показателя до 1,4 млн. м² сут./га. Аналогичная тенденция наблюдается при всех остальных сочетаниях способа посева и нормы высева.

Таблица 10 – Фотосинтетический потенциал сои за период вегетации при разных способах посева и нормах высева семян, млн. м²сут./га

Ширина междурядья, см	Норма высева, тыс. шт./га	Сорт		
		Лидия	Персона	Умка
15 (к)	250	1,1	0,9	1,1
	400 (к)	1,3	1,0	1,3
	550	1,3	1,2	1,4
	700	1,5	1,2	1,5
	850	1,7	1,4	1,6
30	250	0,9	0,8	1,0
	400 (к)	1,1	0,9	1,2
	550	1,1	1,1	1,3
	700	1,4	1,2	1,5
	850	1,5	1,3	1,6
45	250	0,9	0,7	1,0
	400 (к)	0,9	0,9	1,1
	550	1,1	1,0	1,2
	700	1,2	1,1	1,4
	850	1,3	1,2	1,4
60	250	0,7	0,6	0,9
	400 (к)	0,9	0,8	1,1
	550	1,0	0,9	1,1
	700	1,2	1,0	1,3
	850	1,2	1,1	1,4
X ср. ± ΔX ср.		1,2±0,2	1,0±0,2	1,3±0,2
V, %		21,3	19,5	16,5

Сравнивая интенсивность работы листового аппарата в разрезе каждого сорта, выявлено, что более высокие показатели фотосинтетического потенциала у сорта Лидия при рядовом посеве с междурядьями 15 см от 1,1 до 1,7 млн. м²сут./га. С увеличением междурядья фотосинтетический потенциал снижается: при рядовом посеве с междурядьями 30 см от 0,9 до 1,5 млн. м²сут./га; при широкорядном посеве с междурядьями 45 см от 0,9 до 1,3 млн. м²сут./га. и с междурядьями 60 см от 0,7 до 1,2 млн. м²сут./га.

У сорта Персона фотосинтетический потенциал ниже, по сравнению с сортами Лидия и Умка, но закономерность аналогичная: при рядовом посеве с

междурядьями 15 см от 0,9 до 1,4 млн. м² сут./га; при рядовом посеве с междурядьями 30 см от 0,8 до 1,3 млн. м² сут./га; при ширококормном посеве с междурядьями 45 см от 0,7 до 1,2 млн. м² сут./га. и с междурядьями 60 см от 0,6 до 1,1 млн. м² сут./га.

Сорт Умка в общем характеризуется большей интенсивностью работы листового аппарата. У данного фотосинтетический потенциал имел ту же тенденцию: при рядовом посеве с междурядьями 15 см от 1,1 до 1,6 млн. м² сут./га; при рядовом посеве с междурядьями 30 см от 1,0 до 1,6 млн. м² сут./га; при ширококормном посеве с междурядьями 45 см от 1,0 до 1,4 млн. м² сут./га. и с междурядьями 60 см от 0,9 до 1,4 млн. м² сут./га.

Следовательно, увеличение густоты стояния растений за счет уменьшения междурядий и увеличения нормы высева семян приводит к росту фотосинтетического потенциала у сортов сои Лидия, Персона, Умка.

Величина чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) позволяет оценить интенсивность фотосинтетической деятельности посевов. Чистая продуктивность фотосинтеза у всех сортов в большей степени проявлена при норме высева 550 тыс. шт./га, и ширококормном способе посева с междурядьями 45 см: сорт Лидия 2,9-3,6 г/м² в сутки, сорт Персона 3,0-3,3 г/м² в сутки, сорт Умка 2,9-3,4 г/м² в сутки (рис. 8, прил. 6).

Отмечена индивидуальная реакция сортов сои на плотность посева по данному показателю. Сорт Лидия формирует чистую продуктивность при норме высева 250 тыс. шт./га в пределах 2,6-2,9 г/м² в сутки, при этом посев рядовым способом способствовал увеличению интенсивности фотосинтетической деятельности посевов. При норме высева 400 тыс. шт./га в пределах 3,0-3,4 г/м² в сутки, при норме высева 550 тыс. шт./га – 3,3-3,6 г/м² в сутки, при норме высева 700 и 800 тыс. шт./га – 3,0-3,2 г/м² в сутки. Фотосинтетическая деятельность посевов наибольшая при ширококормном посеве с междурядьями 45 см. Если рассматривать возможность возделывания сорта рядовым способом, то следует рассмотреть междурядье 30 см, при

которых сорт сои Лидия при посеве 550, 700 тыс. шт./га проявляет активную интенсивность фотосинтетической деятельности посевов.

У сорта Персона чистая продуктивность фотосинтеза при норме высева 250 тыс. шт./га зафиксирована в пределах 2,5-3,0 г/м² в сутки, при этом посев широкорядным способом способствовал увеличению интенсивности фотосинтетической деятельности посевов.

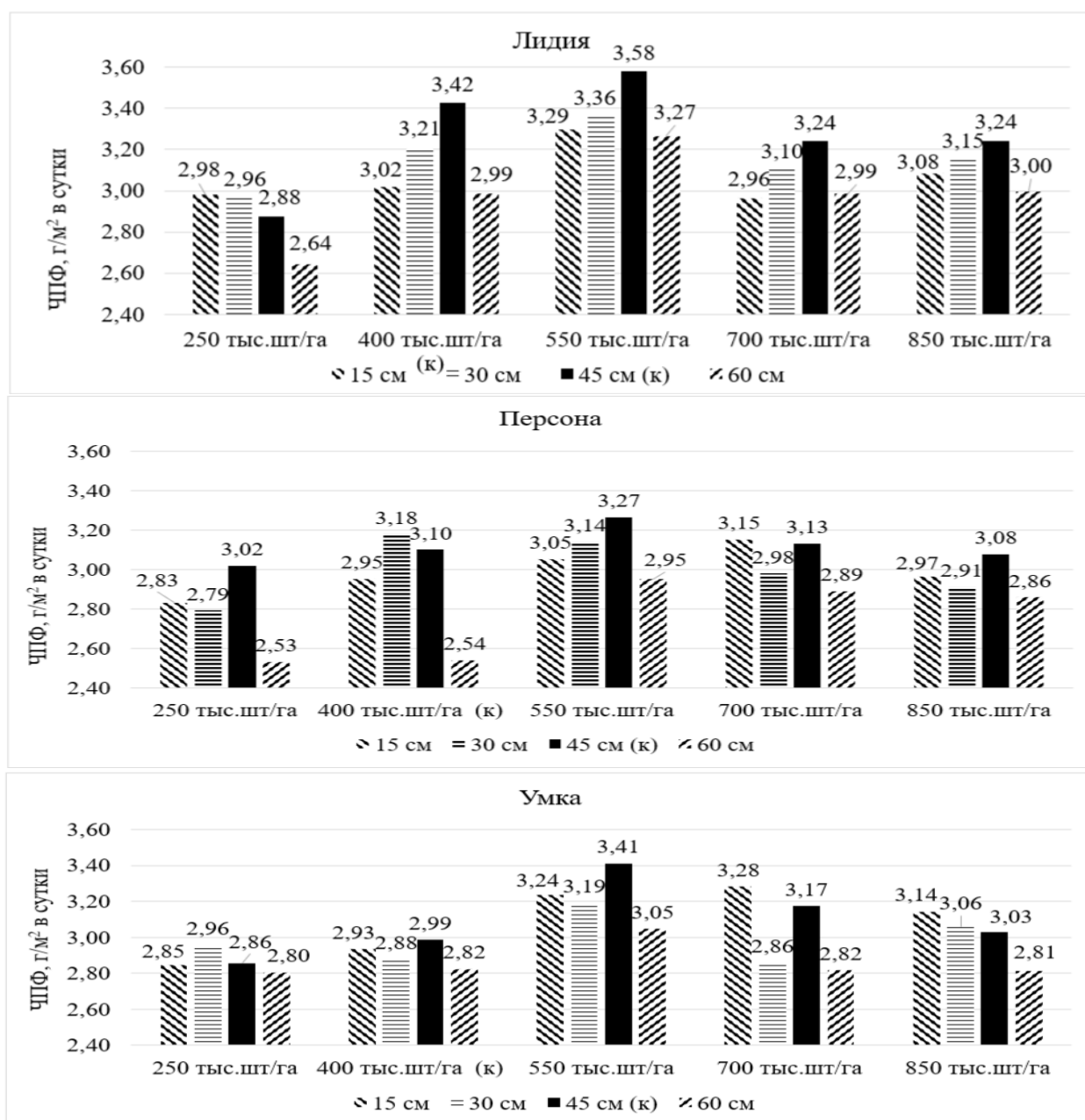


Рисунок 8 - Чистая продуктивность фотосинтеза сои при разных способах посева и нормах высева семян, г/м² в сутки (среднее 2017-2019 гг.)

При норме высева 400 тыс. шт./га в пределах 2,5-3,3 г/м² в сутки и наибольшая интенсивность при рядовом посеве с междурядьями 30 см, при норме высева 550 тыс. шт./га – 3,0-3,2 г/м² в сутки и наибольшей интенсивностью при широкорядном посеве 45 см, при норме высева 700 тыс. шт./га – 2,9-3,1 г/м² в сутки и наибольшей интенсивностью при широкорядном посеве 15 см и 800 тыс. шт./га – 2,8-3,1 г/м² в сутки и наибольшей интенсивностью при широкорядном посеве 45 см. Фотосинтетическая деятельность посевов наибольшая при широкорядном посеве с междурядьями 45 см. Данный сорт также возможно возделывать рядовым способом с междурядьями 30 см.

У сорта Умка чистая продуктивность фотосинтеза при норме высева 250 и 400 тыс. шт./га отмечена в пределах 2,8-3,0 г/м² в сутки, при этом посев с междурядьями 30 и 45 см способствовал увеличению интенсивности фотосинтетической деятельности посевов. При норме высева 550 тыс. шт./га – 3,0-3,4 г/м² в сутки и наибольшей интенсивностью при широкорядном посеве 45 см, при норме высева 700 тыс. шт./га – 2,8-3,3 г/м² в сутки и 800 тыс. шт./га – 2,8-3,1 г/м² в сутки. Фотосинтетическая деятельность посевов наибольшая при рядовом посеве с междурядьями 15 см. Корреляционный анализ представлен в таблице (табл. 11, прил. 7).

Положительная сильная парная корреляционная зависимость установлена между густотой стояния растений и показателями фотосинтетической деятельности сортов сои: максимальной площадью листьев ($r=0,65-0,73$), фотосинтетическим потенциалом ($r=0,78-0,86$). Сильная корреляционная зависимость наблюдается между показателями густоты стояния растений и чистой продуктивности фотосинтеза ($r=0,54-0,71$). Отрицательная слабая и средняя корреляция отмечена между суммой выпавших осадков и фотосинтетическими показателями (максимальная площадь листьев, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза).

Таблица 11 – Коэффициенты корреляции между урожайностью и показателями фотосинтетической деятельности сортов сои

Показатель	Максимальная S листьев, тыс. м ² /га			Накопление сухого вещества, кг/га			ФП, тыс. м ² сут./га			ЧПФ, г/м ² в сутки		
	R	SE	R ²	R	SE	R ²	R	SE	R ²	R	SE	R ²
Сорт Лидия												
Густота стояния растений. тыс., шт./га	0,654	153	0,428	0,779	127	0,606	0,785	125	0,616	0,706	0,165	0,499
Урожайность, т/га	0,497	0,478	0,247	0,789	0,339	0,622	0,731	0,376	0,534	0,713	0,387	0,506
Сорт Персона												
Густота стояния растений. тыс., шт./га	0,738	137	0,554	0,818	116	0,67	0,867	101	0,752	0,539	0,178	0,290
Урожайность, т/га	0,672	0,313	0,452	0,711	0,298	0,506	0,743	0,283	0,552	0,491	0,368	0,243
Сорт Умка												
Густота стояния растений. тыс., шт./га	0,722	140	0,521	0,819	116	0,671	0,865	101	0,748	0,551	0,164	0,304
Урожайность, т/га	0,618	0,423	0,382	0,721	0,373	0,519	0,707	0,38	0,5	0,609	0,427	0,371
Пороги достоверности: на уровне 5%: R= 0,25-0,44 R – коэффициент корреляции; SE – стандартная ошибка; R ² – коэффициент детерминации												

Также у всех сортов установлена положительная корреляция между урожайностью и фотосинтетическим потенциалом ($r=0,71-0,74$), средняя положительная между урожайностью и площадью листьев ($r=0,50-0,67$).

Зависимость между урожайностью и чистой продуктивностью фотосинтеза в разрезе сортов разная: у сорта Лидия положительная сильная ($r=0,71$), у сорта Персона слабая ($r=0,49$) и у сорта Умка средняя ($r=0,61$).

Чистая продуктивность фотосинтеза показывает накопление биомассы единицей площади листьев за единицу времени, $г/(м^2 \times \text{сутки})$ и характеризует не фотосинтез в чистом виде, а суточную разницу между фотосинтезом и дыханием целого растения, отнесенную к единице площади листьев. Недостатком данного показателя (ЧПФ) является малая информативность, слабая или отрицательная корреляция с урожайностью, не позволяющая характеризовать работу фотосинтетического аппарата. ЧПФ определяет только скорость формирования сухого вещества всего растения на единицу листовой поверхности в единицу времени (Синеговская, 2015).

Продуктивность фотосинтетического потенциала (ПФП) показывает продуктивность работы фотосинтетического аппарата растений и отражает вклад фотосинтетического потенциала в общую и хозяйственно полезную часть урожая.

В результате наших исследований выявлено, что фотосинтетическая продуктивность растений изучаемых сортов по показателям: масса семян с растения, количество бобов и семян у сорта Лидия наибольшая при рядовом посеве с нормой высева 550 тыс. шт./га и составила 2,5 и 3,2 $г/м^2$ в сутки; при широкорядном посеве с междурядьями 45 см – 400 и 550 тыс. шт./га составило 3,7 и 3,8 $г/м^2$ в сутки (прил. 8). У сорта Персона при рядовом способе посева с нормой высева 700 тыс. шт./га – 3,6-3,8 $г/м^2$ в сутки, при широкорядном способе посева с нормой высева 850 тыс. шт./га – 4,7 $г/м^2$ в сутки. У сорта Умка в вариантах с междурядьем 15 см при норме высева 700 тыс. шт./га, междурядьем 30 см при норме высева 550 тыс. шт./га, междурядьем 45 см при норме высева

550 тыс. шт./га, междурядьем 60 см при норме высева 700 тыс. шт./га – 3,1; 3,6; 4,3 и 4,5 г/м² в сутки, соответственно. Необходимо отметить сорт Персона с высокой продуктивностью фотосинтетического потенциала по количеству бобов и семян на растении для включения в селекционный процесс. Максимальную продуктивность фотосинтетического потенциала обеспечивают агротехнические приёмы, такие как норма высева 550 и 700 тыс. шт./га с сочетанием шириной междурядья 45 и 30 см.

Увеличение густоты стояния растений за счет уменьшения междурядий и увеличения нормы высева семян приводит к снижению площади листовой поверхности отдельного растения и увеличению посевов в целом, росту фотосинтетического потенциала у сортов сои Лидия, Персона, Умка. Чистая продуктивность фотосинтеза у всех сортов в большей степени проявлена при норме высева 550 тыс. шт./га и ширококормном способе посева с междурядьями 45 см: сорт Лидия 2,9-3,6 г/м² в сутки, сорт Персона 3,0-3,3 г/м² в сутки, сорт Умка 2,9-3,4 г/м² в сутки. Максимальную продуктивность фотосинтетического потенциала обеспечивают изучаемые агротехнические приёмы, такие как норма высева 550 и 700 тыс. шт./га с сочетанием шириной междурядья 45 и 30 см. Отмечена индивидуальная реакция сортов сои на изучаемые агроприемы в технологии возделывания сои.

3.4 Зависимость сформированной сухой биомассы растений и эффективность фотосинтеза от способа и нормы посева семян сои

Величина биомассы на разных этапах развития растений – важный интегральный показатель эффективности продукционного процесса (Амелин, 2019). Накопление сухого вещества формируется во все фазы развития. Максимум сухого вещества зафиксирован в фазе налива семян. Накопление сухой массы растений с 1 га увеличивается при повышении нормы высева. Увеличение ширины междурядья способствует более медленному приросту сухого вещества (табл. 12, рис. 9, прил. 9).

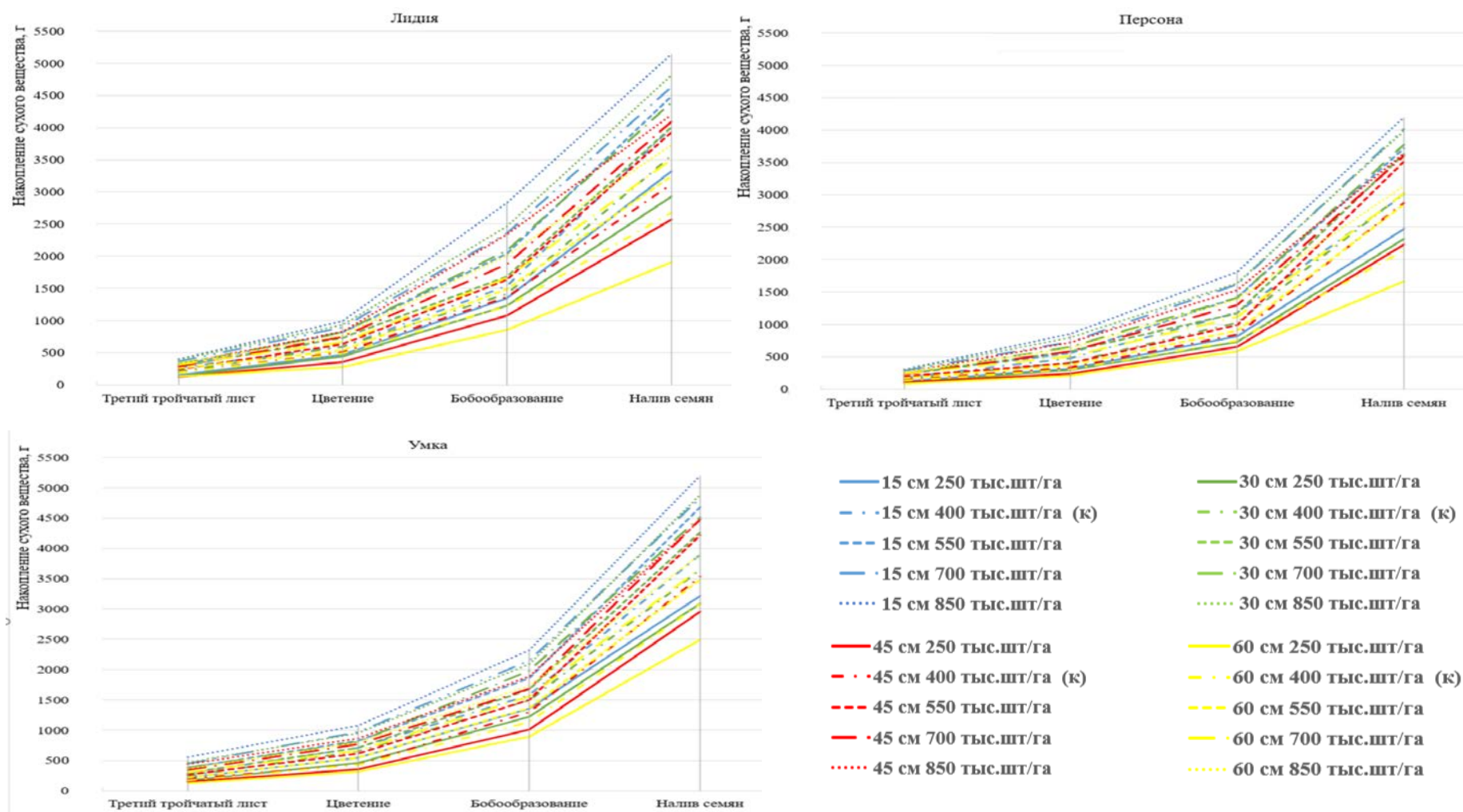


Рисунок 9 – Динамика накопления сухой массы растений растениями сои, в зависимости от способа посева и нормы высева, кг/га (среднее 2017-2019 гг.)

При увеличении нормы высева с 250 до 850 тыс. шт./га происходит прирост сухого вещества по сравнению с контрольным вариантом у сорта Лидия при рядовом способе посева с междурядьями 15 см с 3,32 до 5,14 т/га (23,12 %), с междурядьями 30 см с 2,92 до 4,81 т/га (37 %).

При широкорядном способе посева прирост сухого вещества составил с междурядьями 45 см с 2,57 до 4,20 т/га (35 %) и с междурядьями 60 см с 1,90 до 3,72 т/га (42 %). Максимальное значение накопления сухого вещества зафиксировано при рядовом способе посева при нормах высева 550, 700 и 850 тыс. шт./га с 4,00 до 4,48 (15 см) и с 4,49 до 5,14 (30 см), при широкорядном данный показатель ниже и составил при тех же нормах высева 3,93-4,20 (45 см) и 3,24-3,72 (60 см).

У сорта Персона прирост сухого вещества по сравнению с контрольным вариантом отмечен так же, как и у сорта Лидия при рядовом способе посева с междурядьями 15 см с 2,47 до 4,20 т/га (40 %), с междурядьями 30 см с 2,32 до 3,98 т/га (32 %). При широкорядном способе посева прирост составил с междурядьями 45 см с 2,23 до 3,63 т/га (29 %) и с междурядьями 60 см с 1,66 до 3,13 т/га (49 %).

Максимальное накопление сухого вещества зафиксировано при рядовом способе посева при нормах высева 550, 700 и 850 тыс. шт./га: 3,71-4,20 (15 см) и 3,63-3,98 (30 см). При широкорядном способе этот показатель ниже: 3,51-3,63 (45 см) и 2,85-3,13 (60 см). У сорта Умка прирост сухого вещества по сравнению с контролем отмечен при рядовом способе с междурядьями 15 см: 3,21-5,19 (36 %) и 30 см: 3,09-4,87 т/га (35 %). При широкорядном способе прирост составил: 45 см – 2,95-4,47 т/га (27 %) и 60 см – 2,49-3,89 (29 %).

Максимальное накопление также зафиксировано при рядовом способе с нормами высева 550, 700 и 850 тыс. шт./га: 4,68-5,19 (15 см) и 4,26-4,87 (30 см), а при широкорядном – 4,22-4,47 (45 см) и 3,48-3,89 (60 см). При заниженной норме высева 250 тыс. шт./га прироста сухого вещества не наблюдалось по сравнению со стандартным вариантом, уступая 15-26%. Увеличение ширины

междурядий замедляет накопление сухого вещества при всех нормах высева по сравнению с рядовым способом.

Таблица 12 - Продуктивность фотосинтетического потенциала по сухой массе сои при разных способах посева и нормах высева семян, г/м² в сутки

Ширина междурядья, см	Норма высева, тыс. шт./га	Сорт		
		Сорт Лидия	Сорт Персона	Сорт Умка
15 (контроль)	250	2,9±0,6	2,8±0,2	2,8±0,5
	400 (контроль)	3,0±0,8	2,9±0,3	2,9±0,6
	550	3,2±0,6	3,0±0,4	3,2±0,4
	700	2,9±0,3	3,1±0,5	3,2±0,3
	850	3,0±0,2	2,9±0,3	3,1±0,4
	Среднее	3,1	3,0	3,1
30	250	2,9±0,8	2,7±0,5	2,9±0,5
	400 (контроль)	3,2±0,7	3,1±0,8	2,8±0,5
	550	3,3±0,9	3,1±0,7	3,1±0,5
	700	3,1±0,4	2,9±0,5	2,8±0,4
	850	3,1±0,3	2,9±0,5	3,0±0,5
	Среднее	3,2	3,0	3,0
45	250	2,8±0,6	3,0±0,3	2,8±0,6
	400 (контроль)	3,4±0,5	3,1±0,6	2,9±0,6
	550	3,5±0,5	3,2±0,5	3,4±0,8
	700	3,2±0,4	3,1±0,6	3,1±0,4
	850	3,2±0,4	3,1±0,4	3,0±0,6
	Среднее	3,3	3,1	3,1
60	250	2,6±0,6	2,5±0,4	2,8±0,5
	400 (контроль)	2,9±0,4	2,5±0,5	2,8±0,4
	550	3,2±0,5	2,9±0,7	3,0±0,6
	700	2,9±0,6	2,8±0,6	2,8±0,6
	850	3,0±0,5	2,8±0,4	2,8±0,6
	Среднее	3,0	2,8	2,9

Наибольшая продуктивность фотосинтетического аппарата у сорта Лидия при рядовом и широкорядном способах с нормой высева 550 тыс. шт./га составила 3,2-3,5 г/м² в сутки. У сорта Персона при рядовом посеве с междурядьями 15 см и нормой высева 700 тыс. шт./га – 3,1 г/м² в сутки, с междурядьями 30 см и нормами 400 и 550 тыс. шт./га – 3,1 г/м² в сутки. При широкорядном посеве с междурядьями 45 см и нормой высева 550 тыс. шт./га –

3,2 г/м² в сутки, с междурядьями 60 см и нормами 700 и 850 тыс. шт./га – 2,8 г/м² в сутки. У сорта Умка при обоих способах с нормой высева 550 тыс. шт./га – 3,0-3,4 г/м² в сутки.

Наибольший вклад фотосинтетического потенциала в общую и хозяйственно полезную часть урожая изучаемых сортов возможен при включении в технологию возделывания нормы высева 550 тыс. шт./га. Положительная сильная парная корреляционная зависимость установлена между густотой стояния растений и накоплением массы сухого вещества $r=0,78$, урожайностью и накоплением массы сухого вещества для всех изучаемых сортов сои Лидия ($r=0,79$) Персона ($r=0,71$) и Умка ($r=0,72$).

При увеличении нормы высева с 250 до 850 тыс. шт./га происходит прирост сухого вещества по сравнению с контрольным вариантом у изучаемых сортов при всех способах посева. Тенденция замедления накопления наблюдается с увеличением ширины междурядий. Наибольшая продуктивность фотосинтетического потенциала по сухой массе при норме высева 550 тыс. шт./га, у сорта сои Лидия – 3,2-3,5 г/м² в сутки, у Персона – 2,9-3,2 г/м² в сутки, у Умка – 3,0-3,4 г/м² в сутки при всех изучаемых способах посева.

ГЛАВА 4. УРОВНИ УРОЖАЙНОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ, СПОСОБА И НОРМЫ ВЫСЕВА СОРТОВ СОИ

4.1 Зависимость урожайности сортов сои от агрометеорологических условий

К основным факторам, влияющим на урожайность сельскохозяйственных культур, относятся экологические, искусственные и сортовые факторы (Асеева Т. А., 2022; Балакай Г.Т., 2023). Среди экологических факторов метеорологические условия играют чрезвычайно важную роль и являются ключевыми для роста, развития и урожая сельскохозяйственных культур (Janusauskaite D., 2023). Температура и осадки выделяются как наиболее значимые экологические факторы для выращивания сои. Они не только влияют на скорость роста и развитие соевых растений, но и определяют их физиологические и метаболические процессы, что, в свою очередь, сказывается на формировании урожая (Wang C, 2020). Таким образом, перед изучением влияния агротехнических мероприятий на урожайность сои необходимо учитывать влияние метеорологических факторов.

Оптимальный диапазон температур для выращивания сои составляет 18-30°C. В этом диапазоне фотосинтез и дыхание растений эффективны, что способствует накоплению питательных веществ. При температуре выше 35°C эффективность фотосинтеза снижается, а дыхание усиливается, увеличивая потребление питательных веществ и снижая жизнеспособность пыльцы, что уменьшает количество бобов. Низкие температуры замедляют рост сои, особенно в фазе цветения и формирования бобов, что также снижает урожайность (赵丝雨, 2024).

Соя нуждается в достаточном количестве осадков для удовлетворения

потребностей во влаге в период вегетации, который составляет около 500-700 мм. Недостаток осадков может вызвать засуху, затрудняя водопоглощение корнями, что приводит к увяданию листьев и снижению фотосинтеза, а следовательно, и урожайности. Чрезмерные осадки могут вызвать переувлажнение почвы, снижение кислорода, что негативно сказывается на дыхании корней, увеличивает риск вредителей и болезней, снижает жизнеспособность пыльцы и уменьшает количество бобов, что также приводит к снижению урожайности (何亮, 2023).

В исследовании, проведенном в условиях испытательного участка в 2017-2019 годах, средняя урожайность сои сорта Лидия составила 1,03-2,01 т/га, сорта Персона – 1,48-1,85 т/га, сорта Умка – 1,56-2,18 т/га (рис. 10). Значения гидротермического коэффициента (ГТК) за вегетацию составили: 1,95 (2017 год), 2,25 (2018 год) и 1,83 (2019 год). У сортов Лидия и Умка наблюдается тенденция к снижению урожайности с увеличением ГТК, в то время как у сорта Персона в условиях увлажнения урожайность увеличивается при ГТК 1,83-1,95, но значительно снижается при переувлажнении (ГТК=2,25).

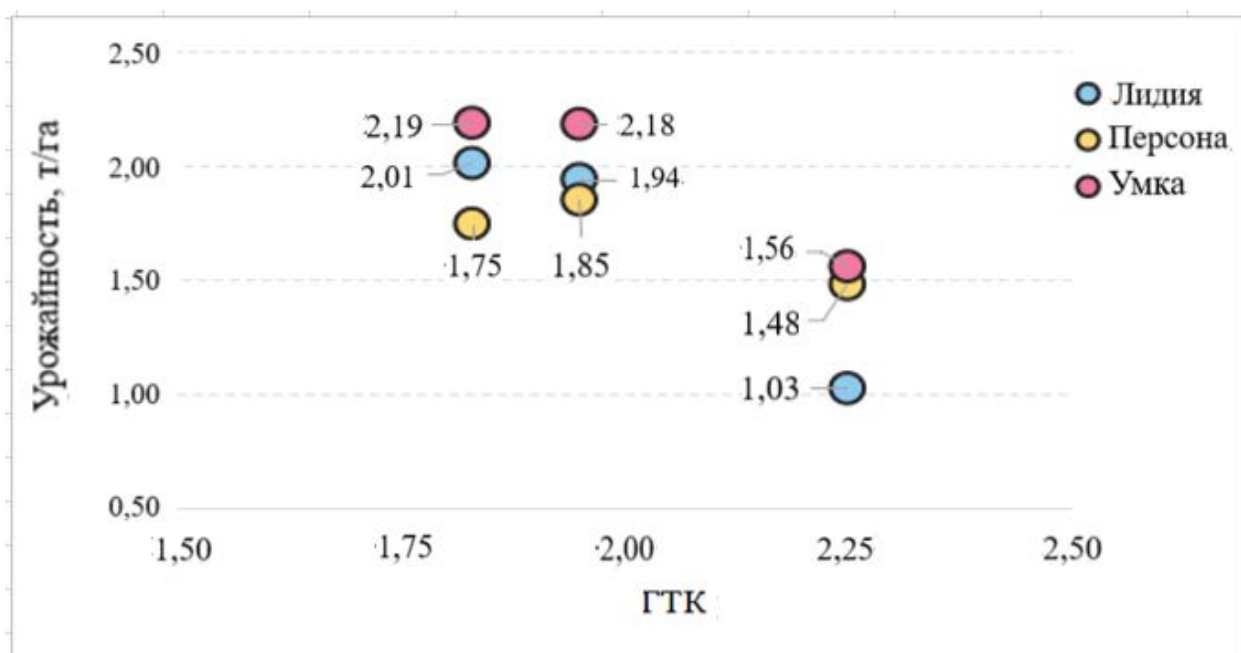


Рисунок 10 - Взаимозависимость между ГТК и урожайностью сои

Это связано с застойными водами, ухудшением воздухопроницаемости почвы и гипоксией корней. Сорт Лидия особенно чувствителен к переувлажнению, что приводит к значительному снижению урожайности. Все три сорта показывают лучшие результаты при умеренных ГТК, тогда как экстремальные условия негативно влияют на урожайность

В годы исследования важным лимитирующим фактором являлась влагообеспеченность: низкие запасы влаги весной и неравномерное распределение осадков в период вегетации с резкими перепадами между засушливыми и переувлажненными периодами. Коэффициент водопотребления показывает, сколько воды расходуется растениями на создание единицы урожая. Высокое значение указывает на низкую эффективность использования влаги, а низкое – на высокую. Густота стояния, определяемая шириной междурядий и нормами высева, также влияет на эффективность использования влаги. В наших исследованиях посевы размещались в севообороте после зерновых культур, и запасы влаги в почве были недостаточными: в 2017 году – 129,9 мм, в 2018 году – 48,9 мм, в 2019 году – 73,7 мм. Коэффициент использования осадков составил 0,8. Количество осадков в виде дождей составило: в 2017 году – 402,9 мм, в 2018 году – 450,5 мм, в 2019 году – 367,7 мм. На основании полученных данных и фактической урожайности всех изучаемых вариантов норм высева и ширины междурядий определили коэффициент водопотребления для сортов в течение 2017-2019 годов (рис. 11).

На рисунке 11 показано, что значения коэффициента водопотребления (K_w) для различных сортов сои в годы исследований различны: у сорта Лидия: 2017 год - K_w варьировался от 999 до 1698; 2018 год - K_w составил от 1652 до 4605; 2019 год - K_w находился в диапазоне от 851 до 1574. У сорта Персона: 2017 год - K_w варьировался от 1077 до 2174; 2018 год - K_w составил от 1121 до 2648; 2019 год - K_w находился в диапазоне от 902 до 1945. У сорта Умка: 2017 год - K_w варьировался от 894 до 2076; 2018 год - K_w составил от 1021 до 2297; 2019 год - K_w находился в диапазоне от 751 до 1545.

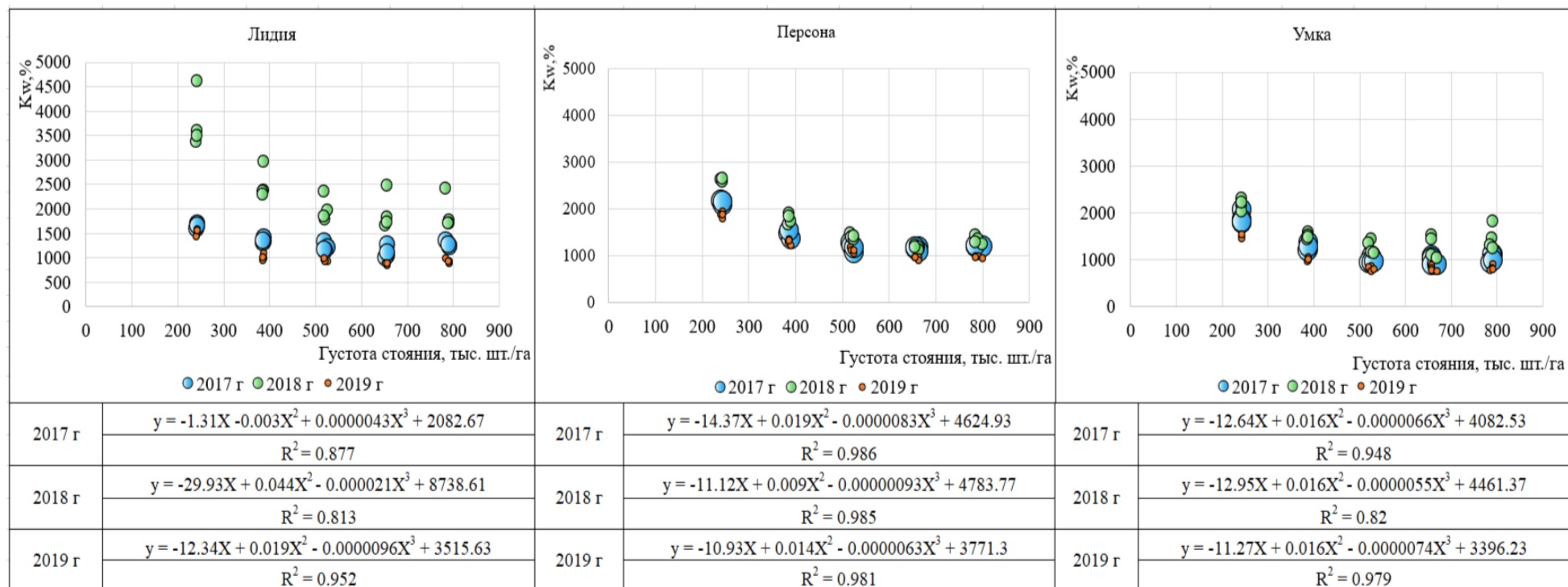


Рисунок 11 - Взаимозависимость между коэффициентом водопотребления растениями сои (K_w) и густотой стояния, зависящей от нормы высева семян и ширины междурядий

Анализ показал, что в 2018 году значения K_w были выше, чем в 2017 и 2019 годах. Это связано с переувлажнением вегетационного периода, что привело к низкой урожайности изучаемых сортов. В результате затраты влаги на производство единицы урожая семян сои увеличились, что снизило эффективность использования влаги. Густота стояния растений сои значительно влияет на эффективность использования влаги. За период 2017–2019 годов наблюдалось следующее. При увеличении густоты стояния от 200 тыс. до 700 тыс. шт./га значение K_w снижалось. Однако при густоте стояния более 700 тыс. шт./га значение K_w начинало увеличиваться. Это объясняется тем, что при низкой густоте стояния ограничивается урожайность, что приводит к повышению влагопотребления на единицу урожая и снижению эффективности использования влаги. С увеличением количества растений на единицу площади урожайность сои повышается при тех же условиях влажности, что улучшает эффективность использования влаги. В то же время, при превышении густоты стояния в 700 тыс. шт./га возникает чрезмерная конкуренция за влагу, что приводит к недостатку влаги для каждого растения. Это, в свою очередь, снижает урожайность и увеличивает затраты влаги на единицу урожая. Следовательно, правильное управление густотой стояния является ключевым фактором для оптимизации использования влаги и повышения урожайности сои.

Результат регрессионного анализа, проведенного между густотой стояния растений и коэффициентом водопотребления (K_w), демонстрирует сильную связь между этими показателями. Значение коэффициента детерминации R^2 варьируется от 0,813 до 0,986. Данное исследование показывает, что для всех трёх сортов сои при различной густоте посева наблюдается схожая тенденция изменения коэффициента водопотребления: как низкая, так и чрезмерно высокая плотность посева приводит к снижению эффективности использования воды растениями, в то время как оптимальная

густота посева способствует повышению этой эффективности и, следовательно, увеличению урожайности.

Солнечная радиация является одним из ключевых источников энергии в экосистеме Земли, обеспечивая необходимую энергию для фотосинтеза и способствуя сложным биохимическим реакциям в растениях, что определяет темпы их роста, накопление биомассы и образование урожая. Достаточная солнечная радиация повышает эффективность фотосинтетической деятельности и использование фотосинтетической активной радиации (ФАР), увеличивая накопление сухого вещества, однако избыточная радиация может вызывать фотосупрессию, фотоокисление и физиологический стресс, снижая продуктивность фотосинтеза. Коэффициент использования ФАР ($K_{\text{фар}}$) – это отношение аккумулированной растениями энергии к количеству поступившей на площадь ФАР, что позволяет оценивать потенциальную производительность сельскохозяйственных угодий и совершенствовать технологии их возделывания. По данным А. А. Ничипоровича (1970), в производственных посевах использование ФАР достигает 1,5–3,0 %, а при интенсивных технологиях – 3,5–5,0 %, что свидетельствует о возможности достижения рекордных урожаев.

В Амурской области в связи с южным расположением (50–60° с. ш.) продолжительность солнечного сияния в годы исследований составляет в 2017 году – 2136 МДж/м², в 2018 году – 2232 МДж/м², в 2019 году – 2114 МДж/м².

На рисунке 12 показано, что у сорта сои Лидия максимальное значение коэффициента использования фотосинтетической активной радиации ($K_{\text{фар}}$) составило 2,25% в 2017 году, а минимальное — 1,32%; в 2018 году значения $K_{\text{фар}}$ колебались от 0,76% до 1,79%; в 2019 году — от 1,19% до 2,2%.

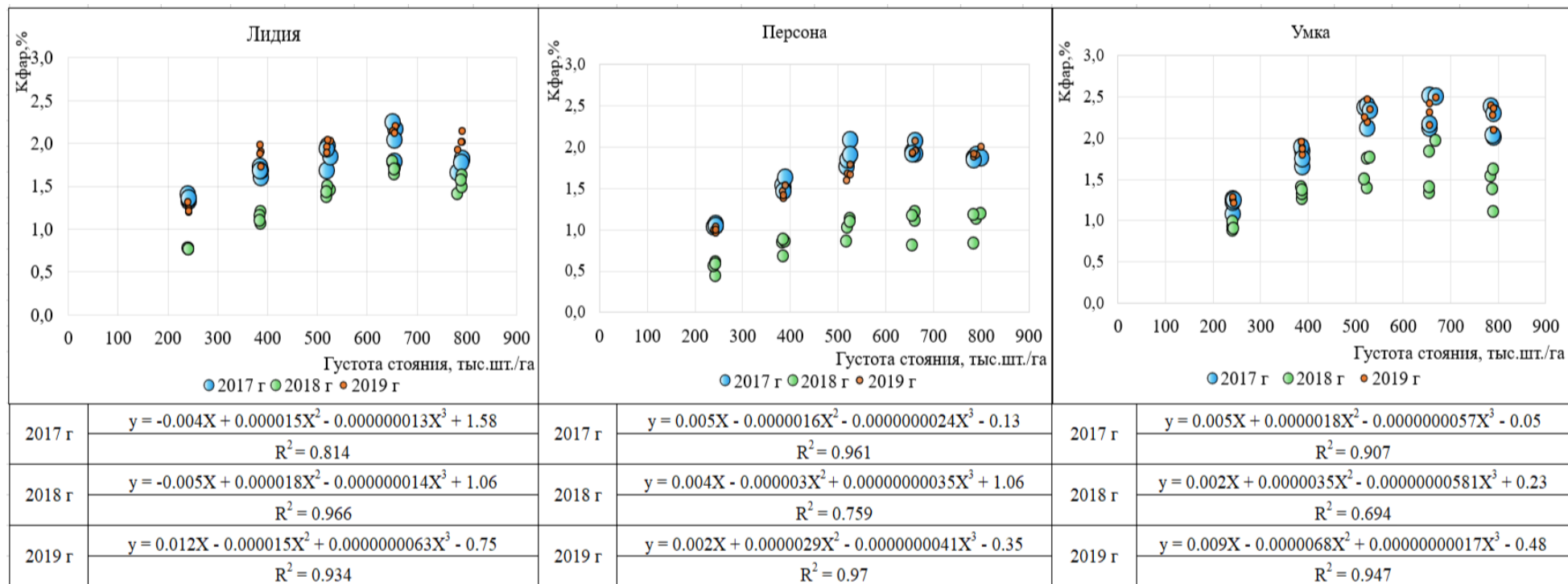


Рисунок 12 - Взаимозависимость между коэффициентом использования фотосинтетической активной радиации ($K_{\text{фap}}$) и плотностью посева, за счет нормы высева семян и ширины междурядий.

У сорта сои Персона в 2017 году $K_{\text{фар}}$ варьировался от 1,03% до 2,09%; в 2018 году – от 0,43% до 1,21%; в 2019 году – от 0,96% до 2,08%. У сорта сои Умка в 2017 году значения $K_{\text{фар}}$ составили от 1,08% до 2,51%; в 2018 году – от 0,87% до 1,96%; в 2019 году – от 1,21% до 2,49%. Эти данные показывают, что у всех изучаемых сортов сои значение $K_{\text{фар}}$ в 2018 году было ниже, чем в 2017 и 2019 годах, что связано с переувлажнением в период вегетации.

Кроме того, густота стояния растений существенно влияет на значение $K_{\text{фар}}$. При увеличении густоты стояния от 200 тыс. до 700 тыс. шт./га значение $K_{\text{фар}}$ повышается, однако при густоте более 700 тыс. шт./га оно начинает снижаться. Это происходит из-за того, что слишком низкая густота ограничивает количество растений на единицу площади, что уменьшает сумму солнечной радиации, получаемой растениями. С увеличением густоты радиация, получаемая растениями, постепенно возрастает, но при достижении порогового значения (700 тыс. шт./га) чрезмерная плотность приводит к затенению, что снижает эффективность приема солнечной радиации.

Регрессионный анализ показал, что существует сильная связь между густотой стояния и $K_{\text{фар}}$, с коэффициентом детерминации R^2 в диапазоне от 0,694 до 0,966. Данное исследование подтверждает, что как низкая, так и чрезмерно высокая плотность посева отрицательно сказываются на эффективности использования световой энергии для всех трех сортов сои.

Корреляционный анализ показывает, что коэффициент влагопотребления (K_w) и коэффициент использования фотосинтетической активной радиации ($K_{\text{фар}}$) существенно влияют на урожайность сортов сои. Коэффициент корреляции между $K_{\text{фар}}$ и урожайностью составляет от 0,886 до 0,999, что указывает на очень сильную положительную связь: высокая эффективность использования ФАР повышает урожайность (табл. 13). В то же время коэффициент корреляции между коэффициентом влагопотребления (K_w) и урожайностью варьируется от -0,966 до -0,974, что свидетельствует о

сильной отрицательной связи: высокое потребление воды на единицу урожая снижает общую урожайность сортов сои.

Таблица 13 – Взаимозависимость между $K_{\text{фар}}$, K_w и урожайность сортов сои (среднее за 2017 -2019 гг.)

Показатель	Урожайность, т/га		
	R	S_E	R^2
сорт Лидия			
$K_{\text{фар}}$	0,925	0,151	0,855
K_w	-0,974	177,886	0,948
сорт Персона			
$K_{\text{фар}}$	0,886	0,224	0,785
K_w	-0,966	120,204	0,934
сорт Умка			
$K_{\text{фар}}$	0,999	0,027	0,997
K_w	-0,969	102,298	0,938
Пороги достоверности: на уровне 5% $R = 0,28-0,43$ R – коэффициент корреляции; S_E – стандартная ошибка; R^2 – коэффициент детерминации			

В целом, все три сорта сои продемонстрировали одинаковую тенденцию в отношении урожайности к коэффициенту использования фотосинтетической активной радиации ($K_{\text{ФАР}}$) и коэффициенту влагопотребления (K_w): прямая корреляция с первым и обратная корреляция со вторым. Это подчеркивает важность оптимизации использования световой энергии и управления водой в соеводстве для достижения высоких урожаев. Рисунки 13 и 14 показывают, что густота стояния значительно влияет на значение K_w и $K_{\text{ФАР}}$. Указывает на то, что эффективность использования влаги и солнечной радиации растениями сои является одной из причин, по которой норма высева семян и ширина междурядья влияют на урожайность. Значение коэффициента детерминации анализа составило от 0,785 до 0,997, что подтверждает достоверность результатов анализа корреляции. Таким образом, оптимизация использования света и управления влагой критически важна для высоких урожаев сои.

С целью оценки теоретических и практических пределов производства сои в южной части Амурской области мы определили и действительно возможный урожай (ДВУ), и потенциальный урожай (ПУ). ДВУ – это максимальный урожай, который можно получить при реальных климатических условиях, обеспечиваемый генетическим потенциалом сорта и лимитирующими нерегулируемыми факторами, влияющими на уровень урожайности в различных почвенно-климатических зонах. В нашем исследовании, учитывая одинаковые условия плодородия почвы, расчет ДВУ основывался только на климатических условиях. Коэффициент водопотребления сои в зависимости от увлажнения вегетационного периода составил: 2017 год – 600 мм га/ц, 2018 год – 700 мм га/ц, 2019 год – 550 мм га/ц. Потенциальный урожай (ПУ) – это теоретическая максимальная урожайность, которую сорт может достичь при идеальных природных условиях, включая оптимальную освещенность, температуру, влажность и отсутствие вредителей. Это предельное значение, определяемое совместным действием фотосинтеза, генетического потенциала и ресурсов окружающей среды.

Сумма фотосинтетической активности радиации в южной сельскохозяйственной зоне Амурской области составляет 2 млрд. ккал/га. КПД использования ФАР сои в 2017 году – 2,5%, 2018 г. – 2,0% и 2019 г – 2,4%. Для создания одной тонны сухой органической массы основной продукции требуется 4900 ккал/га. Коэффициент хозяйственной эффективности урожая на массу зерна 14% влажности составляет 0,553.

В результате исследований установлено, что за 2017-2019 годы значение потенциального урожая (ПУ) превышает действительно возможный урожай (ДВУ), который, в свою очередь, больше фактической урожайности изучаемых сортов (рис. 13). Это соответствует определениям ДВУ и ПУ, а также взаимосвязи между этими факторами и фактической урожайностью. Данные результаты указывают на то, что в идеальных природных условиях в

южной зоне Амурской области существует высокий теоретический потенциал для урожайности сои. Однако под влиянием различных факторов фактическая урожайность оказывается ниже потенциальной.

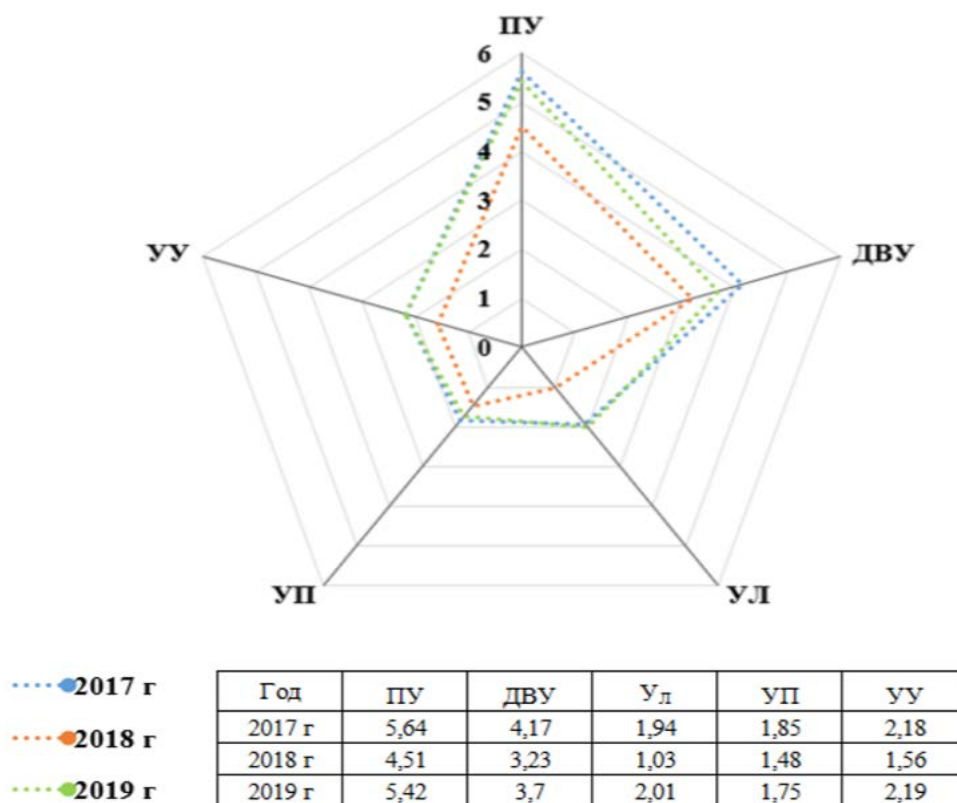


Рисунок 13 - Уровень действительно возможной (ДВУ), потенциальной (ПУ) и фактической урожайности сортов, т/га, (2017-2019 гг.)

ДВУ - действительно возможный урожай, ПУ - потенциальный урожай,

УЛ - фактическая урожайность сорта Лидия,

УП - фактическая урожайность сорта Персона,

УУ - фактическая урожайность сорта Умка

В 2018 году в период вегетации сои наблюдались условия переувлажнения, что снизило эффективность использования влаги и привело к низкому значению действительно возможного урожая (ДВУ). Большое количество осадков уменьшило количество солнечных дней и снизило уровень солнечной радиации, что также сказалось на потенциальном урожае (ПУ) по сравнению с другими годами.

В 2017 году ПУ сои в южной зоне Амурской области превышала ДВУ на 1,47 т/га, что указывает на возможность повышения урожайности при оптимальных климатических условиях и без учета агротехнологических факторов (агротехника, состояние почвы, особенности сорта и др.). В 2018 году эта разница составила 1,28 т/га, а в 2019 году – 1,72 т/га.

В 2017 году средняя урожайность сорта сои Лидия на 2,23 т/га ниже ДВУ, у сорта Персона – на 2,32 т/га, а у сорта Умка – на 1,99 т/га. Эти различия могут быть восполнены за счет выбора сортов, способов посева и норм высева семян в южной зоне Амурской области в условиях 2017 года. В 2018 году разница составила: у сорта Лидия – 2,2 т/га, у сорта Персона – 1,75 т/га, у сорта Умка – 1,67 т/га. В 2019 году у сорта Лидия – 1,69 т/га, у сорта Персона – 1,95 т/га, у сорта Умка – 1,51 т/га.

Сорт сои Умка показал относительно высокую и стабильную урожайность по сравнению с другими сортами. В 2018 году его урожайность была близка к ПУ, что указывает на хорошую приспособленность к агрометеорологическим условиям реального производства.

В данном исследовании, на основе изменений потенциального урожая (ПУ) и действительно возможного урожая (ДВУ), было установлено значительное влияние агрометеорологических условий на урожайность сои. В 2018 году, из-за неблагоприятных агрометеорологических условий, урожайность всех сортов снизилась. Наблюдались различия в адаптации сортов к этим условиям: сорт Умка продемонстрировал относительно стабильную и высокую фактическую урожайность, в то время как у сорта Лидия отмечалась выраженная зависимость от погодных факторов, что привело к существенным колебаниям урожайности.

Фактическая урожайность по всем сортам оказалась ниже действительно возможного урожая, что указывает на существующий потенциал для повышения урожайности через оптимизацию агротехнических приемов. Это

включает подбор оптимальной нормы высева и способы посева при возделывании сои в южной зоне Амурской области.

4.2 Урожайность и её структура в зависимости от способа и нормы посева семян сои

Продуктивность сорта реализуется в полной мере при обеспечении оптимальных условий формирования структурных элементов урожая, в том числе за счет густоты стояния растений в посеве. Управление освещенностью растений и контроль питания растений возможен при правильном выборе нормы высева и способа посева семян. Так, от густоты насаждений растений в агроценозе зависит величина листового аппарата, и в результате получаемый урожай (Фёдорова, 2022).

Сорта сои Лидия, Персона и Умка с увеличением густоты посева при увеличении нормы высева отрицательно откликаются снижением количественного показателя числа ветвей (табл. 14). При разреженном посеве (с нормой высева 250 тыс. шт./га) у растений отмечено увеличение боковых ветвей на одном растении (в среднем 1 шт.). За исключением сорта сои Персона, у которого типична сортовая специфика и, как правило, 90% растений характеризовались одностебельностью.

Отмечена тенденция увеличения формирования количества боковых ветвей с увеличением площади питания одного растения за счет увеличения ширины междурядий. У исследуемых сортов сои при изменении нормы высева при фиксированной ширине междурядий значения коэффициента вариации количества ветвей были следующими: у сорта Лидия – от 26,89% до 32,55%, у сорта Персона – от 23,63% до 46,22%, у сорта Умка – от 21,90% до 27,65%. При изменении ширины междурядий при фиксированной норме высева коэффициент вариации количества ветвей составил: у сорта Лидия – от 5,75% до 13,15%, у сорта Персона – от 5,46% до 18,33%, у сорта Умка – от 1,38% до 17,35%.

Таблица 14 - Влияние способа посева и нормы высева семян на количество ветвей сортов сои, шт. (2017- 2019 гг.)

Междурядье, см	Норма высева, тыс. шт./га					Средняя	V, %
	250	400 (к)	550	700	850		
Сорт Лидия							
15 (к)	2,01	1,83	1,26	1,29	0,87	1,45	31,78
30	2,11	1,73	1,46	1,13	1,17	1,52	26,89
45	2,04	2,07	1,67	1,04	1,04	1,57	32,55
60	2,28	1,94	1,64	1,35	1,15	1,67	26,97
Средняя	2,11	1,89	1,51	1,21	1,06	×	×
V, %	5,75	7,81	12,52	11,95	13,15	×	×
Сорт Персона							
15 (к)	0,44	0,37	0,29	0,30	0,24	0,33	23,63
30	0,54	0,44	0,33	0,23	0,24	0,36	37,33
45	0,66	0,45	0,38	0,23	0,23	0,39	46,22
60	0,65	0,49	0,31	0,26	0,27	0,40	43,27
Средняя	0,57	0,44	0,33	0,25	0,25	×	×
V, %	18,33	11,79	11,44	13,57	5,46	×	×
Сорт Умка							
15 (к)	1,30	1,03	0,85	0,89	0,60	0,93	27,65
30	1,38	1,16	0,89	0,90	0,69	1,01	26,70
45	1,39	1,16	0,99	0,89	0,83	1,05	21,90
60	1,55	1,12	1,15	0,87	0,88	1,11	24,54
Средняя	1,41	1,12	0,97	0,89	0,75	×	×
V, %	7,26	5,71	13,37	1,38	17,35	×	×

Сравнение показывает, что при фиксированной ширине междурядий изменения нормы высева приводят к более значительным колебаниям количества ветвей, в то время как при фиксированной норме высева изменения ширины междурядий вызывают меньшие изменения. Это указывает на то, что количество ветвей данных сортов сои в большей степени зависит от изменений нормы высева, чем от ширины междурядий.

Реакция всех сортов сои на изучаемые приемы на формирование продуктивных узлов следующая: отмечена тенденция снижения

формирования количества узлов при увеличении нормы высева семян и незначительные изменения от способа посева (табл. 15).

Таблица 15 - Влияние способа посева и нормы высева семян на количество продуктивных узлов сортов сои, шт. (2017- 2019 гг.)

Междурядье, см	Норма высева, тыс. шт./га					Средняя	V, %
	250	400 (к)	550	700	850		
Сорт Лидия							
15 (к)	11,04	11,14	10,06	9,49	8,57	10,06	10,74
30	11,75	11,36	10,60	9,55	9,64	10,58	9,36
45	12,02	11,01	10,86	9,78	9,30	10,60	10,12
60	11,78	11,82	11,03	9,98	9,61	10,85	9,35
Средняя	11,65	11,33	10,64	9,70	9,28	×	×
V, %	3,62	3,12	3,99	2,36	5,35	×	×
Сорт Персона							
15 (к)	11,03	10,55	10,91	9,74	9,45	10,34	6,83
30	11,88	11,16	10,28	10,40	9,33	10,61	9,07
45	11,77	11,05	10,86	10,17	9,50	10,67	8,13
60	11,98	11,04	10,75	10,83	10,04	10,93	6,37
Средняя	11,66	10,95	10,70	10,29	9,58	×	×
V, %	3,68	2,48	2,69	4,43	3,29	×	×
Сорт Умка							
15 (к)	10,61	9,64	9,50	8,52	8,69	9,39	8,92
30	10,56	10,21	9,64	8,94	8,64	9,60	8,47
45	10,91	10,41	10,53	9,20	8,84	9,98	9,03
60	11,12	11,06	10,47	9,56	8,85	10,21	9,64
Средняя	10,80	10,33	10,03	9,06	8,76	×	×
V, %	2,46	5,67	5,39	4,86	1,23	×	×

Так, в зависимости от изучаемых агроприемов данный показатель в среднем варьировал у сорта Лидия от 9 до 12 шт., у сорта Персона – от 9 до 11 шт., у сорта Умка – от 8 до 11 шт.

При повышении нормы высева семян снижается формирование количества бобов на растениях. В зависимости от действия изучаемых агроприемов у сорта Лидия на одном растении сформировано в среднем от 13 до 30 шт. бобов; у сорта Персона – 23-37 шт.; у сорта Умка – 14-28 шт. Увеличение количества бобов, по сравнению с контролем (400 тыс.шт./га),

отмечено только при заниженной норме высева 250 тыс.шт./га у сорта Лидия на 7-9%, у сорта Персона – на 2-8%, у сорта Умка – на 3-5% (табл.16).

Таблица 16 - Влияние способа посева и нормы высева семян на количество бобов сортов сои, шт. (2017- 2019 гг.)

Междурядье, см	Норма высева, тыс. шт./га					Средняя	V, %
	250	400 (к)	550	700	850		
Сорт Лидия							
15 (к)	27,28	25,08	18,90	16,52	13,70	20,29	28,25
30	28,67	26,74	21,55	18,15	14,63	21,95	26,59
45	30,09	27,80	22,52	18,91	16,18	23,10	25,30
60	29,39	27,17	21,76	19,08	15,54	22,59	25,23
Средняя	28,86	26,70	21,18	18,17	15,01	×	×
V, %	4,16	4,36	7,46	6,45	7,23	×	×
Сорт Персона							
15 (к)	32,89	32,20	28,64	25,92	23,57	28,64	13,94
30	35,40	33,40	30,19	27,70	25,32	30,40	13,48
45	37,55	34,73	31,55	28,92	27,31	32,01	13,05
60	35,43	33,08	30,28	28,02	25,81	30,52	12,59
Средняя	35,32	33,35	30,17	27,64	25,50	×	×
V, %	5,40	3,15	3,94	4,56	6,05	×	×
Сорт Умка							
15 (к)	24,70	23,77	20,40	16,66	14,65	20,04	21,79
30	26,73	25,23	22,55	19,02	16,83	22,07	18,78
45	28,04	26,20	24,29	21,06	18,24	23,57	16,74
60	26,44	24,67	23,20	21,51	17,76	22,71	14,59
Средняя	26,48	24,97	22,61	19,56	16,87	×	×
V, %	5,19	4,09	7,25	11,33	9,43	×	×

Уменьшение данного показателя при норме высева 550 тыс.шт./га более значительное у сорта Лидия и составило 19-24%, у сорта Персона – 9-11%, у сорта Умка – 5-14%. На дальнейшее увеличение нормы высева до 700 и 850 тыс. шт./га реакция сортов существенным снижением количества бобов на растении. Так при норме высева 700 тыс.шт./га у сорта Лидия – на 29-34 %, у сорта Персона – на 15-19 %, у сорта Умка – на 12-29 %. При этом уплотнение посевов за счет увеличения нормы высева и уменьшения ширины

междурядий находит у растений отрицательный отклик по формированию количества бобов на растении

Полученные результаты исследований показывают, что при повышении нормы высева семян снижается формирование количества семян на одном растении, что наибольшее количество семян на одном растении было получено у всех сортов в вариантах при посеве 250, 400 и 550 тыс. шт./га (Лидия 43-69 шт.; Персона 64-84 шт., Умка 45-61 шт.) (табл. 17).

Таблица 17 - Влияние способа посева и нормы высева семян на количество семян сортов сои, шт. (2017- 2019 гг.)

Междурядье, см	Норма высева, тыс. шт./га					Средняя	V, %
	250	400 (к)	550	700	850		
Сорт Лидия							
15 (к)	62,55	53,19	43,59	37,24	32,05	45,72	26,84
30	67,42	58,71	48,16	42,67	36,43	50,68	24,53
45	69,34	61,35	50,48	45,56	39,18	53,18	22,82
60	67,79	59,63	49,65	45,14	38,73	52,19	22,18
Средняя	66,78	58,22	47,97	42,65	36,60	×	×
V, %	4,40	6,06	6,41	8,98	8,92	×	×
Сорт Персона							
15 (к)	78,08	73,93	64,29	59,18	54,15	65,92	15,15
30	82,48	78,38	69,20	63,81	56,98	70,17	14,85
45	84,57	79,67	72,40	65,89	60,01	72,51	13,74
60	82,10	73,17	67,63	62,47	58,17	68,71	13,62
Средняя	81,81	76,29	68,38	62,84	57,33	×	×
V, %	3,31	4,22	4,93	4,48	4,29	×	×
Сорт Умка							
15 (к)	55,48	50,41	45,34	37,74	32,39	44,27	21,08
30	59,23	54,51	49,66	42,97	37,86	48,85	17,61
45	61,16	57,10	53,76	46,78	41,97	52,15	14,88
60	58,81	54,01	51,62	47,89	40,12	50,49	13,91
Средняя	58,67	54,01	50,10	43,85	38,08	×	×
V, %	4,02	5,09	7,16	10,45	10,90	×	×

Широкорядный способ посева с междурядьями 45 см позволил максимально растениям сформировать семена на одном растении при разных нормах высева. По данному показателю количество семян установлены те же

закономерности, что и по количеству бобов на растении. При норме высева 250 тыс.шт./га зафиксировано увеличение количества семян у сорта Лидия от 13 до 17 %, у сорта Персона от 5 до 12 %, у сорта Умка от 7 до 10 %. При нормах высева 550, 700 и 850 тыс. шт. максимальное снижение показателя установлено до 39 %. При этом реакция сорта Лидия более существенная.

В приложениях 10-12 показано, что у изучаемых сортов наибольшее количество сформировано 2-3 семенных бобов (у сорта Лидия - 87-94 %, у сорта Персона – 85-91 %, у сорта Умка – 81-91 % от общего числа), в единичных вариантах отмечены 4 семенные бобы. У сорта Лидия по всем вариантам количество 1 семенных бобов варьировало от 1 до 4 штук, 2-3 семенных от 12 до 27 штук, 4 семенных от 0 до 1 штук. У сорта Персона количество 1 семенных бобов варьировало от 2 до 4 штук, 2-3 семенных от 20 до 33 штук, 4 семенных от 0 до 2 штук.

У сорта Умка количество бобов варьировало 1 семенных от 2 до 4 штук, 2-3 семенных от 12 до 24 штук. Отмечена тенденция, что при увеличении нормы высева количество 1 семенных и 2-3 семенных бобов снижается. Это объясняется общим снижением количества бобов на одном растении. При этом их доля от общего числа не изменялась. Четкой зависимости формирования озерненности бобов на растениях от ширины междурядья не выявлено. Следовательно, агротехнические приемы возделывания, так как норма высева и способ посева не оказывают влияние на озерненность растений сои, данный показатель имеет сортовую особенность.

Оценка корреляционной зависимости между густотой посева за счет способа посева и нормы высева и основными элементами продуктивности сорта показала сильную отрицательную зависимость, близкую к единице (табл. 18).

Таблица 18 - Коэффициент парной корреляции между густотой посева и элементами продуктивности сорта

Сорт	Количество узлов, шт.			Количество ветвей, шт.			Количество бобов, шт.			Количество семян, шт.		
	R	S _E	R ²	R	S _E	R ²	R	S _E	R ²	R	S _E	R ²
Лидия	-0,942	0,149	0,887	-0,922	0,398	0,85	-0,97	1,35	0,941	-0,959	3,331	0,92
Персона	-0,894	0,063	0,8	-0,894	0,349	0,811	-0,94	1,371	0,876	-0,956	2,843	0,914
Умка	-0,911	0,104	0,83	-0,882	0,425	0,778	-0,919	1,571	0,844	-0,914	3,393	0,835
Порог достоверности на уровне 5%: R=0,443 R – коэффициент корреляции; S _E – стандартная ошибка; R ² - коэффициент детерминации												

Охарактеризовать индивидуальную продуктивность растений лучше всего по определению массы семян с одного растения. Средняя и сильная реакция сортов отмечена на норму высева, слабая – на способ посева (табл. 19).

Таблица 19 - Влияние способа посева и нормы высева семян на массу семян одного растения сортов сои, г (2017- 2019 гг.)

Междурядье, см	Норма высева, тыс. шт./га					Средняя	V, %
	250	400 (к)	550	700	850		
Сорт Лидия							
15 (к)	8,94	7,60	6,35	5,32	4,61	6,56	26,50
30	9,58	8,42	6,86	6,14	5,26	7,25	24,02
45	10,14	8,72	7,27	6,58	5,68	7,67	23,05
60	9,58	8,44	6,96	6,39	5,53	7,38	22,01
Средняя	9,56	8,29	6,86	6,11	5,27	×	×
V, %	5,14	5,79	5,54	9,03	8,96	×	×
Сорт Персона							
15 (к)	8,31	7,56	6,74	6,19	5,67	6,89	15,32
30	8,57	8,04	7,07	6,48	5,93	7,22	15,07
45	8,69	8,16	7,55	6,72	6,17	7,46	13,77
60	8,44	7,57	7,02	6,44	6,01	7,10	13,44
Средняя	8,50	7,83	7,09	6,46	5,95	×	×
V, %	1,93	4,01	4,72	3,36	3,50	×	×
Сорт Умка							
15 (к)	9,76	8,94	8,00	6,65	5,74	7,82	20,94
30	10,35	9,56	8,68	7,46	6,59	8,53	17,90
45	10,72	10,02	9,43	8,28	7,42	9,17	14,48
60	10,17	9,49	9,05	8,37	7,04	8,82	13,51
Средняя	10,25	9,50	8,79	7,69	6,70	×	×
V, %	3,92	4,66	6,93	10,44	10,78	×	×

Наибольшая продуктивность одного растения (масса семян с одного растения) получена у всех сортов в вариантах при посеве 250, 400 и 550 тыс. шт./га и междурядьем 45 см: у сорта Лидия – 10,14 – 8,72 – 7,27 г; Персона – 8,69 – 8,16 – 7,55 г., Умка – 10,72 – 10,02 – 9,43 г, соответственно. Наименьшая масса семян сформировалась на растениях сои в посевах с максимальной нормой высева при всех способах посева. Снижение массы семян с растения по сравнению с контрольным вариантом составило у сорта Лидия – от 16 до 39 %, у сорта Персона – от 16 до 39 %, у сорта Умка – от 16 до 39 %.

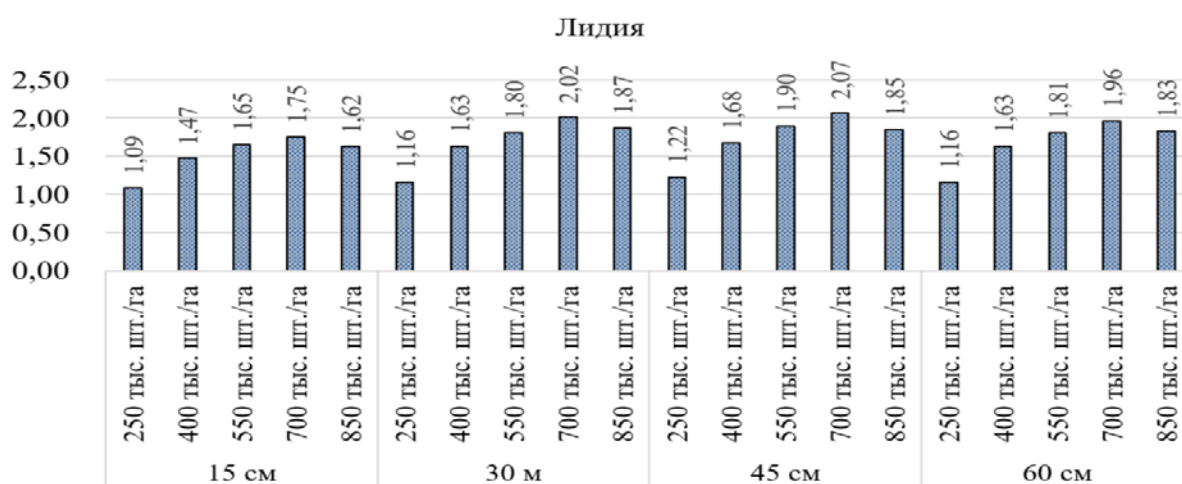
Персона – 7-26 % и Умка – 4-35 %. Следовательно, повышение нормы высева до 700-850 тыс. шт./га не целесообразно, так как приводит к снижению индивидуальной продуктивности с одного растения. Для всех изучаемых сортов с увеличением нормы высева наблюдается общая тенденция к снижению массы семян одного растения. Это указывает на то, что более высокая норма высева приводит к уменьшению веса семян отдельных растений, что, вероятно, связано с усилением конкуренции между растениями и сокращением количества получаемого ими света и питательных веществ. По сравнению с контролем (ширина междурядий 15 см), при увеличении ширины междурядий масса семян увеличивается: у сорта Лидия при 30 см на 7-15 %, 45 см на 13-23 %, при 60 см на 7-19 %; у сорта Персона при 30 см на 3-6 %, при 45 см на 4-11 %, при 60 см на 1-6; у сорта Умка при 30 см на 6-14 %, при 45 см на 9-29 %, при 60 см на 4-25 %. Значительное увеличение при посеве с междурядьями 45 см.

Посевные площади сои с каждым годом увеличиваются (Булавинцев, 2023; Ну, 2019). Амурская область – лидер по производству сои в России. Так, в 2024 году посевные площади под ней составляли 900 тыс. га, валовой сбор достиг 1,40 млн тонн. Соответственно доля от общего объема производства в России – 20,9 % и 19,9 % (Российский статистический ежегодник, 2024).

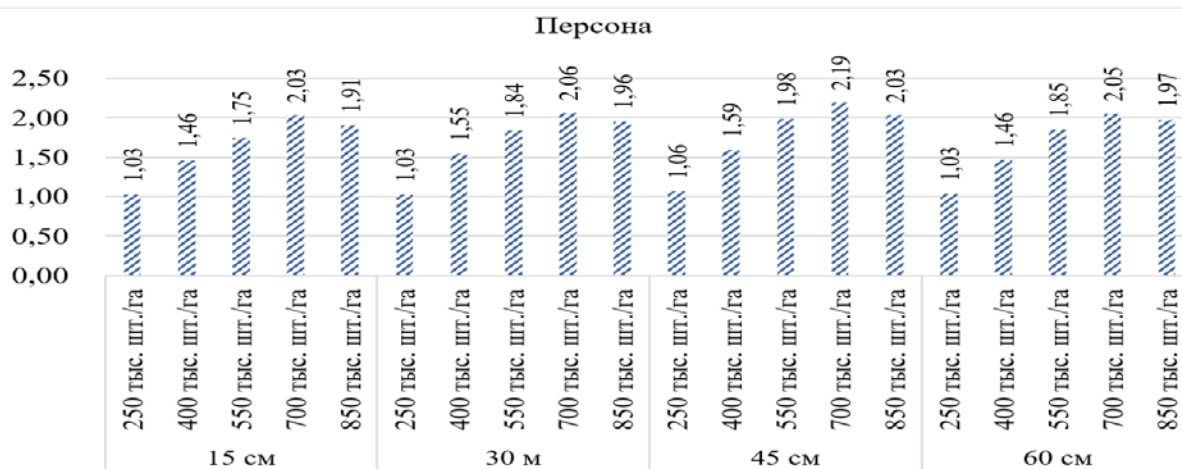
Благодаря высокой прибыли посевная площадь сои увеличивается из года в год. Но это ведет к чрезмерному повышению насыщения культуры в структуре посевных площадей и нарушению научно обоснованных севооборотов. В монокультуре она способствует росту специализированных болезней растений, снижению плодородия почвы, урожайности и качества зерна (Selikhova, 2021). Доход от производства сои зависит не только от продуктивности, но и от качества семян. Качественные семена повышают урожайность и биохимические показатели продукции (Li, 2020). В АПК Амурской области одной из приоритетных задач является повышение урожайности культуры и качества семян для удовлетворения внутреннего спроса России и наращивания экспорта продукции.

Урожайность и качество семян сои обусловлены не только сортом, но и агроприемами технологии возделывания. Один из них – рационально подобранные нормы высева и способы посева (Балакай, 2023). Они регулируют оптимальную площадь питания растений и создают распределение в поле для растений оптимального освещения (Yu, 2021). Ученые отмечают, что наибольшую урожайность у сорта сои Селекта 201 и Селекта 302 формируют в варианте посева с шириной междурядий 45 см и нормой высева 600 тыс. шт./га (Балакай, 2023). Омаров Ф. Б. получил наибольший урожай с высокими посевными качествами семян в варианте посева междурядьями 45 см и нормой высева 400-500 тыс. шт./га. Содержание белка в широкорядном посеве с междурядьями 70 см было выше, чем в вариантах междурядий 45 и 30 см. Содержание жира от размера междурядья и нормы изменялось незначительно (Омаров, 2015). Исследования, проведенные Чепелевым Г. П. (2020), показали, что лабораторная всхожесть сои, независимо от способа посева, была наибольшая в варианте с нормой высева 600 тыс. шт./га, а самая низкая – при рядовом посеве с междурядьями 15 см и нормой высева 200 тыс. шт./га. Ваулин А. Ю. (2013) отметил сильное снижение массы 1000 семян у культуры при увеличении нормы высева. По мнению других исследователей, норма высева и способ посева не оказали значительного действия на массу 1000 семян сои сорта Китросса. Известно, что загущенные посевы культуры часто формируют семена с низкими урожайными и посевными качествами. Растения сои, выращенные в условиях недостатка влаги, питания и света, при загущенных посевах повышают большую продуктивность, но снижается потенциальная урожайность одной особи сорта (Гретченко, 2021).

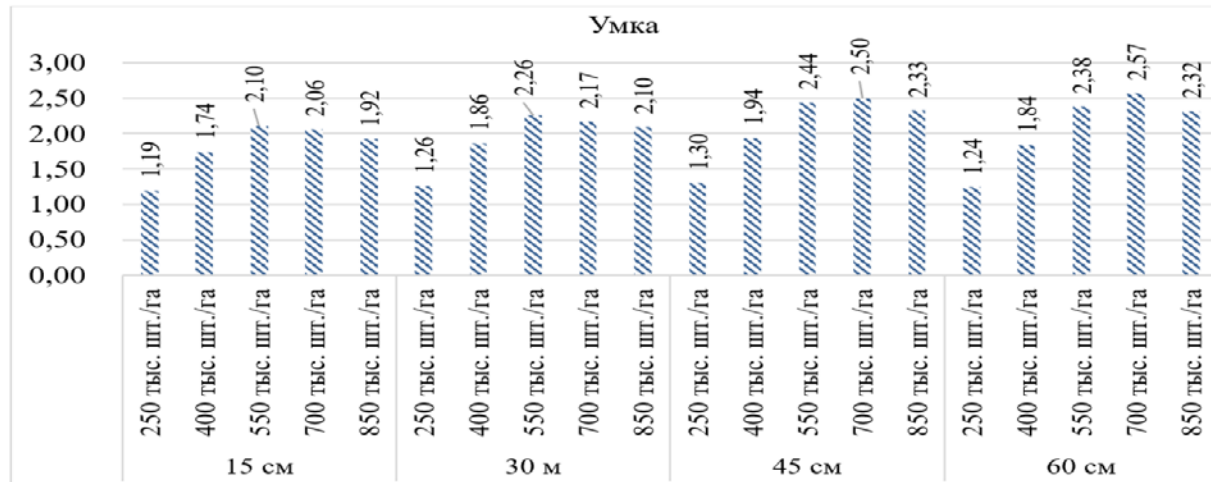
Оптимальный стеблестой сои сорта Лидия формируется при посеве с нормой высева 550, 700 тыс. шт./га как при рядовом посеве с междурядьями 30 см, так и при широкорядном посеве с междурядьями 45 см (табл. 20, рис.14).



$\eta_{YX} = 0,81$, $НСР_{05}$ по фактору А – 0,117; $НСР_{05}$ по фактору Б – 0,139; $НСР_{05}$ частных средних – 0,371



$\eta_{YX} = 0,93$, $НСР_{05}$ по фактору А – 0,071; $НСР_{05}$ по фактору Б – 0,085; $НСР_{05}$ частных средних – 0,227



$\eta_{YX} = 0,78$, $НСР_{05}$ по фактору А – 0,135; $НСР_{05}$ по фактору Б – 0,160; $НСР_{05}$ частных средних – 0,427

Рисунок 14 - Урожайность семян сортов сои в зависимости от ширины междурядий и нормы высева (2017-2019 гг.)

Урожайность сои, в зависимости от ширины междурядья, варьирует от 1,1 до 1,7 т/га (15 см), от 1,2 до 2,0 т/га (30 см), от 1,2 до 2,1 т/га (45 см) и от 1,2 до 1,9 т/га (60 см). Урожайность более 2,0 т/га зафиксирована при норме высева 700 тыс.шт./га только при посеве с междурядьями 30 и 45 см. Прибавка урожайности у сорта Лидия, по сравнению с контрольным вариантом, установлена при норме высева 550 тыс. шт./га при всех способах посева на 10-13 %, при норме высева 700 тыс.шт./га – на 20-25 %, при норме высева 850 тыс. шт./га – на 10-14 %. Снижение урожайности отмечено только при посеве с заниженной нормой высева (250 тыс.шт./га) на 25-28 %.

Урожайность сои сорта Персона, в зависимости от ширины междурядья, варьирует от 1,0 до 2,0 т/га (15 см), от 1,0 до 2,1 т/га (30 см), от 1,1 до 2,2 т/га (45 см) и от 1,0 до 2,0 т/га (60 см). Урожайность более 2,0 т/га зафиксирована при норме высева 700 тыс. шт./га как при рядовом способе посева (15 и 30 см), так и при посеве с междурядьями 30 и 45 см.

Прибавка урожайности у сорта Персона, по сравнению с контрольным вариантом, установлена при норме высева 550 тыс. шт./га при всех способах посева на 18-26 %, при норме высева 700 тыс. шт./га – на 32-40 %, при норме высева 850 тыс. шт./га – на 27-30 %. Снижение урожайности отмечено только при посеве с заниженной нормой высева (250 тыс. шт./га) на 29-33 %.

Оптимальный стеблестой сои сорта Умка формируется при посеве с нормой высева 550, 700 тыс. шт./га как при рядовом посеве, так и при широкорядном посеве. Урожайность сои, в зависимости от ширины междурядья, варьирует от 1,2 до 2,1 т/га (15 см), от 1,2 до 2,3 т/га (30 см), от 1,3 до 2,5 т/га (45см) и от 1,2 до 2,6 т/га (60 см).

Прибавка урожайности у сорта Умка, по сравнению с контрольным вариантом, установлена при норме высева 550 тыс. шт./га при всех способах посева на 20-29 %, при норме высева 700 тыс. шт./га – на 16-39 %, при норме высева 850 тыс. шт./га – на 10-26 %. Снижение урожайности отмечено только при посеве с заниженной нормой высева (250 тыс. шт./га) на 31-32 %.

Исследованиями выявлена значительная степень варьирования урожайности сортов сои от нормы высева. Реакция сорта отмечена слабая на способ посева.

Таблица 20 – Вариация урожайности сортов сои от способа посева и нормы высева семян, т/га (2017- 2019 гг.)

Междурядье, см	Норма высева, тыс. шт./га					Средняя	V, %
	250	400 (к)	550	700	850		
Сорт Лидия							
15 (к)	1,09	1,47	1,65	1,75	1,62	1,52	17,15
30	1,16	1,63	1,80	2,02	1,87	1,70	19,53
45	1,22	1,68	1,90	2,07	1,85	1,74	18,51
60	1,16	1,63	1,81	1,96	1,83	1,68	18,66
Средняя	1,16	1,60	1,79	1,95	1,79	×	×
V, %	4,80	5,62	5,69	7,24	6,39	×	×
Сорт Персона							
15 (к)	1,03	1,46	1,75	2,03	1,91	1,63	24,59
30	1,03	1,55	1,84	2,06	1,96	1,69	24,45
45	1,06	1,59	1,98	2,19	2,03	1,77	25,58
60	1,03	1,46	1,85	2,05	1,97	1,67	25,20
Средняя	1,04	1,52	1,85	2,08	1,97	×	×
V, %	1,62	4,37	5,32	3,58	2,64	×	×
Сорт Умка							
15 (к)	1,19	1,74	2,10	2,06	1,92	1,80	20,72
30	1,26	1,86	2,26	2,17	2,10	1,93	20,90
45	1,30	1,94	2,44	2,50	2,33	2,10	23,63
60	1,24	1,84	2,38	2,57	2,32	2,07	25,89
Средняя	1,25	1,84	2,29	2,33	2,17	×	×
V, %	3,89	4,47	6,42	10,57	9,03	×	×

Таким образом, уплотнение посевов за счет увеличения нормы высева и уменьшения ширины междурядий находит у растений отрицательный отклик по формированию количества узлов, бобов и семян на растении. Наибольшее количество семян на одном растении было получено у всех сортов в вариантах при посеве 250, 400 и 550 тыс. шт./га. Широкоярядный способ посева с междурядьями 45 см позволил растениям максимально сформировать семена на одном растении при разных нормах высева. Наибольшая продуктивность одного растения (масса семян с одного растения) получена у всех сортов в вариантах при посеве 250, 400 и 550

тыс. шт./га и междурядьем 45 см: сорт Лидия – 10,14 – 8,72 – 7,27 г; Персона – 8,69 – 8,16 – 7,55 г., Умка – 10,72 – 10,02 – 9,43 г.

Следовательно, повышение нормы высева и снижение ширины междурядий приводит к снижению индивидуальной продуктивности с одного растения. Норма высева и способ посева не оказывают влияния на семенную продуктивность растений сои, данный показатель имеет сортовую особенность.

Оптимальный стеблестой сои сорта Лидия формируется при посеве с нормой высева 550, 700 тыс. шт./га как при рядовом посеве с междурядьями 30 см, так и при широкорядном посеве с междурядьями 45 см. Прибавка урожайности у сорта Лидия, по сравнению с контрольным вариантом, установлена при норме высева 550 тыс. шт./га при всех способах посева на 10-13 %, при норме высева 700 тыс.шт./га – на 20-25 %, при норме высева 850 тыс. шт./га – на 10-14 %. Урожайность сои сорта Персона более 2,0 т/га зафиксирована при норме высева 700 тыс. шт./га как при рядовом способе посева (15 и 30 см), так и при посеве с междурядьями 45 и 60 см. Оптимальный стеблестой сои сорта Умка формируется при посеве с нормой высева 550, 700 тыс. шт./га как при рядовом, так и при широкорядном способе посева.

Исследования показывают, что увеличение нормы высева за счёт уменьшения ширины междурядий и повышения густоты стояния приводит к снижению продуктивности отдельных растений сои. Однако одновременное увеличение количества растений на единицу площади способствует росту общей урожайности популяции. Максимальная урожайность сои достигается, когда потери в продуктивности отдельных растений компенсируются приростом количества растений на единицу площади, то есть при достижении баланса между этими двумя факторами.

4.3 Посевные качества и биохимический состав семян сортов сои в зависимости от способа посева и нормы высева семян

Во всем мире посевные площади сои занимают первое место среди зернобобовых культур. Эта культура имеет важное агротехническое значение

благодаря способности к азотфиксации. Отечественные селекционеры создают сорта сои с учетом зональности и потребностей аграриев. В современных условиях одной из возможностей повышения рентабельности производства сои является применение различных способов посева и внедрение ресурсосберегающих агротехнологий, включая варьирование нормы высева семян. Проблема способов посева и нормы высева сои остается актуальной для каждого сорта, так как площадь питания и количество питательных веществ в почве являются основными факторами роста растений. Широкорядный способ посева оправдан с агротехнической точки зрения для подавления сорняков и рыхления почвы. Однако, учитывая биологические требования и светочувствительность сои, в большинстве регионов предпочитают обычный рядовой способ, который обеспечивает более равномерную площадь питания, способствующую лучшей освещенности листьев и активному фотосинтезу (Ануфриева и др., 2019; Болдырева, 2016, Левкина, 2019; Пацкова, 2009; Булавинцев, 2023).

Условия роста и развития растений оказывают влияние на конечный продукт – это семена, получаемые в процессе производства. Совокупность признаков и свойств, которые определяют пригодность семян к посеву и хранению являются их посевными качествами. Наиболее значимые из них - энергия прорастания, лабораторная всхожесть, масса 1000 семян и сила роста.

Энергия прорастания не ниже первого класса (95 % и выше), в соответствии с требованиями посевного стандарта, отмечена у сорта Лидия при рядовом способе посева с междурядьями 15 см с нормой высева 400 и 850 тыс. шт./га (95 %), 550 и 700 тыс. шт./га (97 %) (табл. 21). С междурядьями 30 см – энергия прорастания от 96 до 98 % отмечена при норме высева 550, 700 и 850 тыс. шт./га. При широкорядном способе посева данный показатель в норме зафиксирован только при норме высева 700 тыс. шт./га при посеве с междурядьями 60 см (95 %) и 850 тыс. шт./га при посеве с междурядьями 45 см (96 %). Во всех остальных вариантах энергия прорастания варьировала в пределах от 88 до 94 %.

Таблица 21 - Влияние способа посева и нормы высева семян на энергию прорастания семян сортов сои, г (2017- 2019 гг.)

Междурядье, см	Норма высева, тыс. шт./га					Средняя	V, %
	250	400 (к)	550	700	850		
Сорт Лидия							
15 (к)	88	95	97	97	95	94	3,8
30	88	94	97	98	96	95	4,4
45	91	94	94	94	96	94	1,7
60	88	94	94	95	92	93	2,9
Средняя	89	94	96	96	95	×	×
V, %	1,9	0,3	1,7	1,8	1,8	×	×
Сорт Персона							
15 (к)	87	86	92	95	97	91	5,3
30	93	88	95	97	95	94	3,6
45	84	87	92	87	93	88	4,2
60	96	97	92	99	93	95	2,9
Средняя	90	90	93	95	95	×	×
V, %	6,0	5,5	2,0	5,8	1,9	×	×
Сорт Умка							
15 (к)	84	95	92	93	94	92	4,8
30	88	87	95	98	92	92	5,0
45	87	89	95	94	95	92	4,0
60	86	91	90	98	96	92	5,3
Средняя	86	90	93	96	94	×	×
V, %	1,9	3,9	2,7	2,8	2,0	×	×

Реакция сорта Персона на изучаемые приемы следующая: при рядовом способе посева энергия прорастания не менее 95 % выявлена в вариантах 15 см и 30 см и 700 тыс. шт./га и 15 см и 30 см и 850 тыс. шт./га; при широкорядном способе посева с междурядьями 60 см с нормой высева 250, 400 и 700 тыс. шт./га. Энергия прорастания, отвечающая требованиям посевного стандарта, у сорта Умка отмечена при рядовом посеве с нормой высева 400 тыс. шт./га (15 см) и 550, 700 тыс. шт./га (30 см). При широкорядном посеве следует отметить варианты с междурядьями 45 см при норме высева 550 тыс. шт./га; с междурядьями 45 см и нормой высева 850 тыс. шт./га; 60 см и 700 тыс. шт./га; 60 см и 850 тыс. шт./га, соответственно.

Лабораторная всхожесть у изучаемых сортов была практически на одном уровне и в среднем варьировала в зависимости от изучаемых вариантов (табл. 22).

Таблица 22 - Влияние способа посева и нормы высева семян на лабораторную всхожесть семян сортов сои, г (2017- 2019 гг.)

Междурядье, см	Норма высева, тыс. шт./га					Средняя	V, %
	250	400 (к)	550	700	850		
Сорт Лидия							
15 (к)	98	98	97	94	99	97	1,6
30	97	97	98	99	100	98	1,3
45	95	95	98	97	99	97	1,5
60	97	99	99	98	97	98	1,0
Средняя	97	97	98	97	98	×	×
V, %	1,1	1,6	0,6	2,2	1,4	×	×
Сорт Персона							
15 (к)	98	97	97	98	99	98	1,1
30	98	97	98	99	98	98	0,8
45	86	92	94	89	93	91	3,6
60	98	98	98	100	95	98	1,7
Средняя	95	96	97	96	96	×	×
V, %	6,2	2,8	1,8	5,1	3,0	×	×
Сорт Умка							
15 (к)	100	98	99	99	100	99	0,7
30	97	97	98	99	98	98	0,8
45	99	95	100	98	99	98	1,8
60	98	100	97	99	99	99	1,0
Средняя	99	98	98	99	99	×	×
V, %	1,3	1,8	1,1	0,5	0,9	×	×

Для сорта Лидия она составила от 97% до 98%, для сорта Персона – от 91% до 98% (снижение наблюдалось при посеве с междурядьями 45 см при всех нормах высева), а для сорта Умка – от 98% до 99%.

По результатам исследований установлено, что максимальное значение массы 1000 семян у всех сортов наблюдается при посеве с нормой высева 250 и 400 тыс. шт./га и широкорядном способе посева с междурядьями 45 и 60 см (табл. 23).

Таблица 23 - Влияние способа посева и нормы высева семян на массу 1000 семян сортов сои, г (2017- 2019 гг.)

Междурядье, см	Норма высева, тыс. шт./га					Средняя	V, %
	250	400 (к)	550	700	850		
Сорт Лидия							
15 (к)	141	140	138	137	136	138	1,4
30	141	140	139	138	137	139	1,3
45	142	141	140	138	137	140	1,4
60	143	142	140	139	138	141	1,4
Средняя	142	141	139	138	137	×	×
V, %	0,8	0,7	0,8	0,8	0,7	×	×
Сорт Персона							
15 (к)	106	105	103	103	101	104	1,7
30	107	106	105	104	103	105	1,7
45	108	107	106	105	104	106	1,5
60	109	107	107	105	105	107	1,8
Средняя	108	106	105	104	103	×	×
V, %	1,4	1,0	1,3	1,2	1,4	×	×
Сорт Умка							
15 (к)	180	178	176	174	173	176	1,6
30	182	180	178	176	174	178	1,8
45	183	181	179	178	175	179	1,6
60	185	182	180	179	177	181	1,7
Средняя	183	180	178	177	175	×	×
V, %	1,0	1,1	1,0	1,2	0,9	×	×

Тенденция снижения массы 1000 семян по мере увеличения нормы высева зафиксирована у всех сортов. Данное снижение по сравнению с контрольным вариантом составило в среднем у сорта Лидия и Умка 2,8 %, у сорта Персона – 2,9 %. Увеличение массы 1000 семян за счет увеличения ширины междурядья отмечено при 45 см на 1,4, 1,7 и 1,7 % у сорта Лидия, Персона и Умка, соответственно. При междурядье 60 см увеличение значительней и составило у сорта Лидия на 2,2 %, Персона – на 2,9 % и Умка – на 2,8 %. В опыте в зависимости от варианта исследований масса 1000 варьировала у сорта Лидия в пределах 136-143 г, у сорта Персона – 101-109 г и у сорта Умка – 173-185 г. Из чего видны более существенные сортовые различия по массе 1000 семян.

По Лихачеву (1977), сила роста – это степень фило- и онтогенетически обусловленной потенциальной способности зародыша использовать при прорастании в полной мере запасные питательные вещества, развивать нормальный проросток и плодоносное растение в специфических условиях культуры.

В настоящее время наиболее распространено мнение, что силу роста семян следует рассматривать как совокупность свойств, которые дают возможность при прорастании в субоптимальных условиях защищаться и противостоять неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам. Согласно определению Международного общества по оценке семян, сила роста семян — это сумма тех свойств, которые определяют их активность и способность к прорастанию в широком диапазоне окружающих условий (Алексейчук, 2009).

Мы в своих исследованиях использовали метод оценки силы роста семян на основе морфофизиологической оценки проростков. По мнению Лихачева (1977), этот метод позволяет сделать морфофизиологическую оценку проростков, при которой учитываются: размеры побега, его целостность, степень развития и пигментация листа, число и размеры зародышевых корешков, общее состояние проростка. Эти признаки являются конечным результатом, который наиболее полно отражает сложные физиолого-биохимические процессы, сопровождающие рост и развитие проростков, являются наиболее удобными для идентификации. Учитывая индивидуальные особенности в развитии проростков, повышается точность и объективность оценки посевных качеств семян.

Сила роста – один из показателей качества семян, который близок к уровню полевой всхожести. Определение силы роста семян дополнительно к всхожести позволяет прогнозировать получение дружных и сильных всходов в поле. Сила роста имеет тесную положительную корреляционную связь с полевой всхожестью в отличие от лабораторной.

Установлено, что сила роста семян сои у сорта Лидия при рядовом посеве (15 см) варьировала от 93 до 96 %, снижение отмечено при норме высева 700 тыс.шт./га; при 30 см от 94 до 98 %, снижение при норме 400 тыс.шт./га. При

широкорядном способе посева от 93 до 96 с междурядьями 45 см и от 94 до 95 % с междурядьями 60 см. При снижении процента сильных проростков увеличивается количество слабых семян на 1-4 % и непроросших твердых семян до 6%. Данная часть проростков не смогут прорасти в полевых условиях (табл. 24, прил. 13-15).

У сорта Персона более значительное снижение силы роста. При возделывании рядовым способом с междурядьем 15 см сила роста зафиксирована в пределах от 86 до 98 %. При возделывании с междурядьями 30 см сильных проростков было от 91 до 96 %. Более 95 % отмечено только в вариантах с нормой высева 700 и 850 тыс. шт./га. Снижение процента сильных проростков отмечено в широкорядном посеве с междурядьями 45 см и составило всего от 84 до 91 %. Возделывание с междурядьями 60 см позволяет сформировать семена, обладающие большей частью семенами, характеризующимися силой роста с нормой высева 250 и 400 тыс.шт./га, слабых проростков зафиксировано от 1 до 11 % и непроросших до 14 %.

У сорта Умка семена характеризуются лучшей силой роста. Так, при рядовом способе посева семена с высокой силой роста отмечены во всех вариантах, при широкорядном посеве исключение составила только норма высева 400 тыс. шт./га.

Важным показателем качества семян является содержание белка и жира. Изучаемые агроприемы не оказали существенного влияния на накопление данных показателей (прил. 16, 17).

Таблица 24 – Сила роста семян сои, в зависимости от способа посева и нормы высева

Междурядье, см	Норма высева, тыс. шт./га	Лидия			Персона			Умка		
		Сильные проростки	Слабые проростки	Непроросшие семена	Сильные проростки	Слабые проростки	Непроросшие семена	Сильные проростки	Слабые проростки	Непроросшие семена
15 (к)	250	95	3	2	91	7	2	99	1	0
	400 (к)	94	3	2	86	11	3	97	1	2
	550	94	4	3	94	2	3	97	2	1
	700	93	1	6	96	3	2	96	3	1
	850	96	3	1	98	2	1	98	2	0
30	250	96	1	3	94	4	2	96	1	3
	400 (к)	94	3	3	91	6	3	96	1	3
	550	97	1	2	94	4	2	95	3	2
	700	98	2	1	97	1	1	97	2	1
	850	98	2	0	96	2	2	96	1	2
45	250	94	2	5	84	2	14	98	1	1
	400 (к)	94	1	5	87	5	8	94	2	5
	550	96	2	2	91	3	6	97	2	0
	700	93	4	3	85	4	11	96	2	2
	850	96	2	1	89	4	7	97	3	1
60	250	94	3	3	96	2	2	97	1	2
	400 (к)	94	5	1	95	2	2	97	3	0
	550	94	5	1	93	5	2	95	2	3
	700	95	3	2	97	2	0	97	2	1
	850	94	3	3	91	4	5	98	2	1
X ср. ± ΔX ср.		95	3	2	92	4	4	97	2	2
V, %		1,6	43,3	57,3	4,6	58,7	90,2	1,3	35,2	72,2
HCP ₀₅ , т/га фактор А		1,71	1,04	1,15	6,12	1,87	6,54	1,47	1,00	1,28
HCP ₀₅ , т/га фактор Б		2,04	1,24	1,38	7,29	2,23	7,79	1,75	1,20	1,52
HCP ₀₅ , т/га АБ		5,41	3,29	3,65	19,35	5,91	20,67	4,64	3,17	4,03

У сорта Лидия содержание белка в семенах во всех вариантах варьировало от 37,7 % до 38,8 %, у сорта Персона – от 39,8 % до 40,7 % и у сорта Умка – от 37,5 до 39,0 %. Содержание жира в выращенной продукции в зависимости от варианта варьировало у сорта Лидия от 15,6 до 17,0 %, у сорта Персона – от 14,3 % до 15,2 % и сорта Умка – от 18,2 % до 19,1 %. Хорошие показатели во влажных по ГТК условиях получены по содержанию белка у сорта Персона. Сорт стабильно выдает содержание белка в среднем 40,2 %, тогда как сорта Лидия и Умка в среднем 38 %.

При увеличении гидротермического коэффициента содержание белка в семенах сои увеличивается, а содержание жира снижается. Наглядно данная зависимость представлена на рисунке 15.

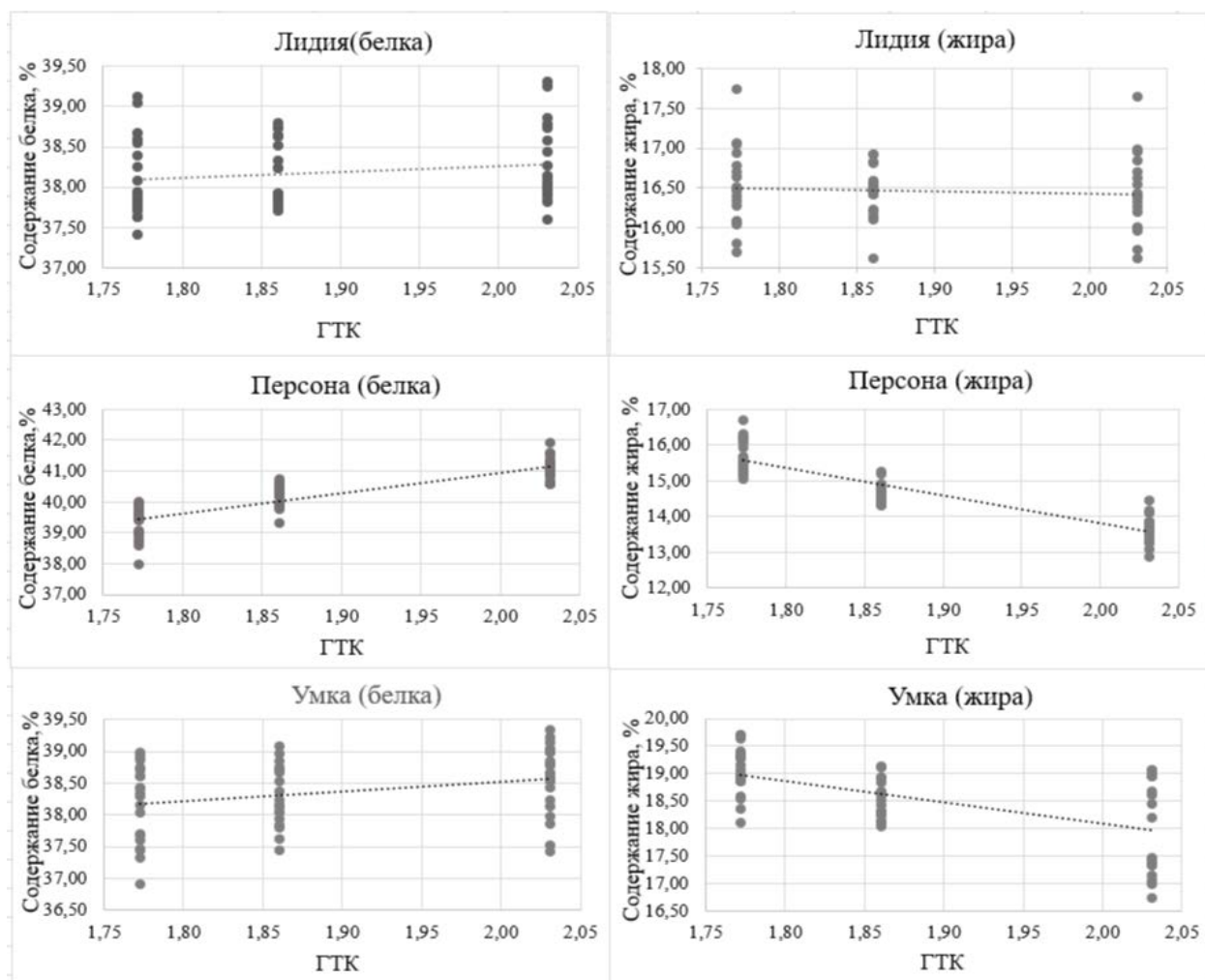


Рисунок 15 – Влияние ГТК на содержание белка и жира в семенах сои (2017-2019 гг).

Реакция сортов Персона и Умка отражает динамику накопления белка и снижения масла по мере роста гидротермического коэффициента. Реакция сорта Лидия не настолько интенсивная.

Очень хорошо видна реакция сорта по коэффициенту корреляции. Густота стояния растений отражает только отрицательную тенденцию в части увеличения числа растений на одном квадратном метре и снижения содержания белка в семенах (табл. 25).

Таблица 25 – Коэффициент парной корреляции между биохимическим составом семян сои и ГТК, густотой стояния растений.

Показатель	Содержание белка, %			Содержание жира, %		
	R	S _E	R ²	R	S _E	R ²
Сорт Лидия						
Густота стояния растений, тыс. шт./га	-0,029	0,417	0,001	0,016	0,331	0
ГТК	0,169	0,455	0,029	-0,08	0,419	0,006
Сорт Персона						
Густота стояния растений, тыс. шт./га	-0,201	0,358	0,04	0,135	0,273	0,018
ГТК	0,857	0,439	0,735	-0,896	0,414	0,804
Сорт Умка						
Густота стояния растений, тыс. шт./га	-0,065	1,148	0,004	0,041	1,456	0,002
ГТК	0,286	0,541	0,082	-0,586	0,586	0,343
Пороги достоверности: на уровне 5%: R=0,254-0,444 R – коэффициент корреляции; S _E – стандартная ошибка; R ² – коэффициент детерминации						

При этом видна индивидуальная (сортовая) реакция сорта. Сорт Лидия очень слабо реагирует на густоту стояния и в общем на гидротермический коэффициент в период вегетации по накоплению содержания белка и жира в семенах. Отзывчивым сортом является Персона, который имеет сильную положительную корреляционную зависимость между ГТК и содержанием белка в семенах. То есть, чем больше ГТК, тем интенсивнее происходит

формирование белка в семенах сои. Содержание жира, наоборот, имеет сильную отрицательную зависимость.

Таким образом, лабораторная всхожесть у изучаемых сортов была практически на одном уровне и в среднем варьировала в зависимости от изучаемых вариантов у сорта Лидия от 97 до 98 %, у сорта Персона – от 91 до 98 %, у сорта Умка – от 98 до 99 %. Максимальное значение массы 1000 семян у всех сортов наблюдается при посеве с нормой высева 250 и 400 тыс. шт./га и широкорядном способе посева с междурядьями 45 и 60 см, тенденция снижения по мере увеличения нормы высева семян. Снижение силы роста семян сои у сортов отмечено при рядовом способе и норме высева 700 тыс. шт./га. При увеличении гидротермического коэффициента содержание белка в семенах сои увеличивается, а содержание жира снижается. Густота стояния растений отражает только отрицательную тенденцию в части увеличения числа растений на одном квадратном метре и снижения содержания белка в семенах.

4.4 Вынос и коэффициент потребления элементов питания в зависимости от способа и нормы высева сортов сои

Изучение потребления элементов питания в технологии возделывания сои ведётся с давних времён и остаётся актуальным, так как сортовая линейка ежегодно растёт в геометрической прогрессии, и сельхозтоваропроизводителям всё сложнее сделать правильный выбор. При этом необходимо учитывать даже незначительные на первый взгляд аспекты, влияющие на продуктивность сои (Вэй Жань и др., 2019).

Потребность в элементах питания у сои довольно высокая, особенно в азоте, необходимом для накопления белка. В среднем, на формирование 1 ц семян она использует N – 5 кг, P – 2,5 кг и K – 4 кг. Соя может использовать освобожденный минерализацией азот, остаточный азот почвы, азотные удобрения и атмосферный азот, который преобразуется в годную к

употреблению растением форму в корневых клубеньках благодаря симбиозу бактерии *Bradyrhizobium japonicum* и сои (Синеговская, 2020).

Фосфор, хотя и требуется в гораздо меньших количествах, чем азот или калий, имеет решающее значение для быстрого роста и правильного развития растения. Фосфор имеет решающее значение для развития корней и листьев растения, а также для формирования семян (Черноситова, 2008; Исупова, 2013; Вэй Жань, 2019).

Калий способствует образованию клубеньков и, следовательно, фиксации азота, а также усиливает устойчивость к болезням и стрессовым факторам. Калий оказывает большое влияние на урожайность, увеличивая массу семян и содержание белка, хотя немного снижает содержание масла (Исупова, 2013).

При проведении полевых исследований определена агрохимическая характеристика почвы опытного участка (рис. 16).

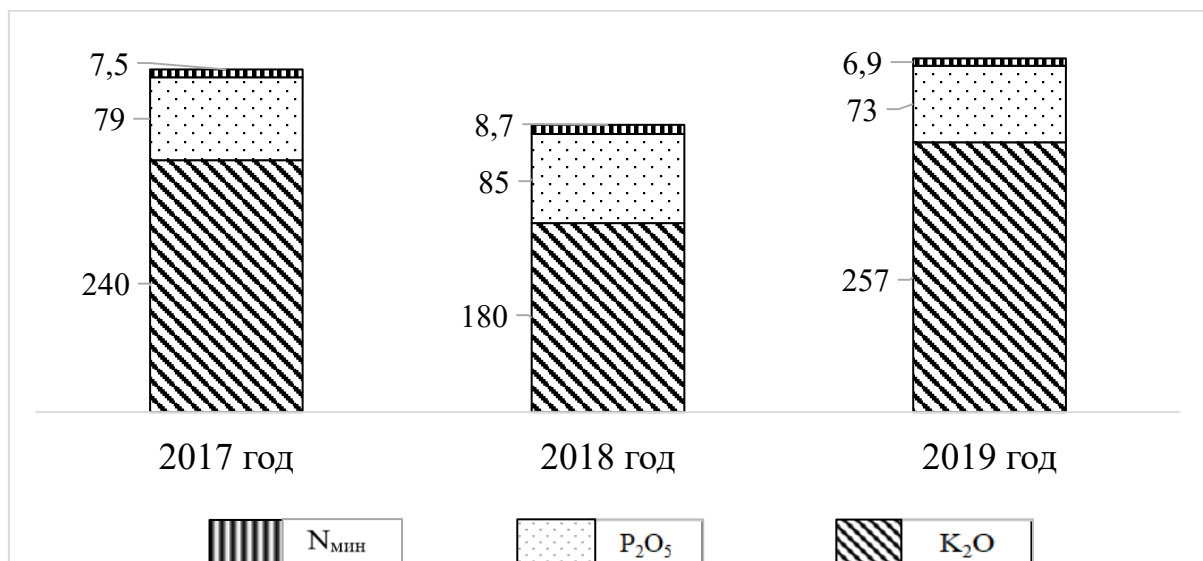


Рисунок 16 - Исходная агрохимическая характеристика пахотного слоя (0-20 см) черноземовидной почвы, мг/кг.

Анализ исходной агрохимической характеристики пахотного слоя черноземовидной почвы показал, что содержание минерального азота очень низкое, подвижного фосфора – соответствует повышенной обеспеченности почв, калия – варьировало от высокой до очень высокой обеспеченности.

В результате трехлетних исследований на фоне без применения удобрений, с учетом предшествующей культуры (зерновые) отмечено, что после уборки сои содержание в почве минерального азота очень низкое, подвижного фосфора – повышенное, подвижного калия – высокое и не зависит от изучаемых агроприемов (табл. 26, прил. 18, 19, 20).

На основании нормативов использования элементов питания из почвы по Дальневосточному региону в полевом опыте коэффициент использования минерального азота растениями сои очень низкий, фосфора и калия – очень высокий.

Таблица 26 – Коэффициенты использования питательных веществ растениями сои из почвы, % (2017-2019 гг.)

Норма высева, тыс. шт./га	Ширина междурядья, см	Лидия			Персона			Умка		
		N _{мин}	P ₂ O ₅	K ₂ O	N _{мин}	P ₂ O ₅	K ₂ O	N _{мин}	P ₂ O ₅	K ₂ O
250	15	18,2	116	116	17,7	82	110	17,0	94	100
	30	16,5	84	100	15,8	96	110	17,1	116	122
	45	17,0	116	119	16,9	102	114	16,7	90	104
	60	17,2	80	110	17,3	74	114	16,4	92	104
400	15	17,1	109	113	17,6	80	112	17,0	90	107
	30	17,8	108	111	16,6	92	109	17,8	103	116
	45	16,4	100	112	16,6	109	113	16,3	94	105
	60	17,4	88	111	17,1	81	117	16,1	93	108
550	15	17,2	83	115	16,6	86	110	17,7	100	110
	30	17,4	106	102	16,3	98	102	19,3	112	105
	45	18,4	106	111	17,4	95	103	15,9	91	105
	60	15,6	73	103	16,7	82	117	16,3	81	103
700	15	16,4	87	109	15,8	92	99	17,2	90	115
	30	18,0	109	119	15,3	95	106	16,5	95	110
	45	17,7	103	118	16,8	95	122	16,2	84	103
	60	16,2	82	116	16,6	81	117	16,6	88	104
850	15	16,3	87	105	15,2	85	108	18,0	92	118
	30	17,7	138	113	18,1	92	105	17,6	113	109
	45	17,5	98	113	16,4	92	115	15,8	80	105
	60	15,9	78	101	16,6	86	111	16,9	91	109

Соя неравномерно в различные периоды своего развития и формирования семян потребляет элементы питания: первый период «всходы – начало

цветения»: азот 6-7 %, фосфор 5-6 %, калий 7-10 %; второй период «цветение – начало налива семян»: азот 58-60 %; фосфор 60-65 %; калий 65-70 %; третий период «налив семян – полная спелость»: азот 30-35 %; фосфор 30-35 %; калий 20-25 %. У сои есть критические периоды применительно к азоту и фосфору – азот крайне необходим в течение 2-3 недель после цветения, а фосфор - в первый месяц жизни (Синеговская, 2005; Радикорская, 2009). До 70% общего потребления азота соя восполняет за счет биологической фиксации из воздуха посредством симбиоза с клубеньковыми бактериями. Растениями из почвы выносятся 80% фосфора, 78% азота и 53% кальция (Синеговская, 2005, 2020).

На хозяйственный вынос элементов питания влияют уровень урожайности сельскохозяйственных культур и содержание этих элементов в основной и побочной продукции. Величина хозяйственного выноса позволяет рассчитать затраты элементов на формирование единицы продукции, что зависит от биологических особенностей культуры, сорта, климатических условий и обеспеченности почвы питательными элементами (Черноситова, 2008). Согласно нормативам, содержание основных питательных веществ в урожае сои составляет: азота в среднем 6,60 %, фосфора 1,45 % и калия 2,55 % (Нормативы выноса, 1989). Содержание азота в семенах по результатам исследований составило минимальное от 5,12 до 5,90 %, фосфора – среднее от 1,27 до 1,49 % и калия – среднее от 2,49 до 2,79 % (рис. 17, прил. 21, 22, 23).

Отмечена тенденция увеличения содержания азота в семенах при возделывании рядовым способом с междурядьями 15 и 30 см в среднем на 4,1-6,4 %, калия при широкорядном посеве с междурядьями 45 и 60 см на 3,6-5,5 %. Содержание фосфора было среднее стабильное по всем вариантам. Выявлено, что увеличение нормы высева способствовало увеличению содержания азота, фосфора и калия в семенах в среднем на 12-35 %, по сравнению с контрольным вариантом 400 тыс. шт./га. При заниженной норме высева (250 тыс. шт./га) отмечено снижение содержания изучаемых элементов в семенах на 20-30 %.

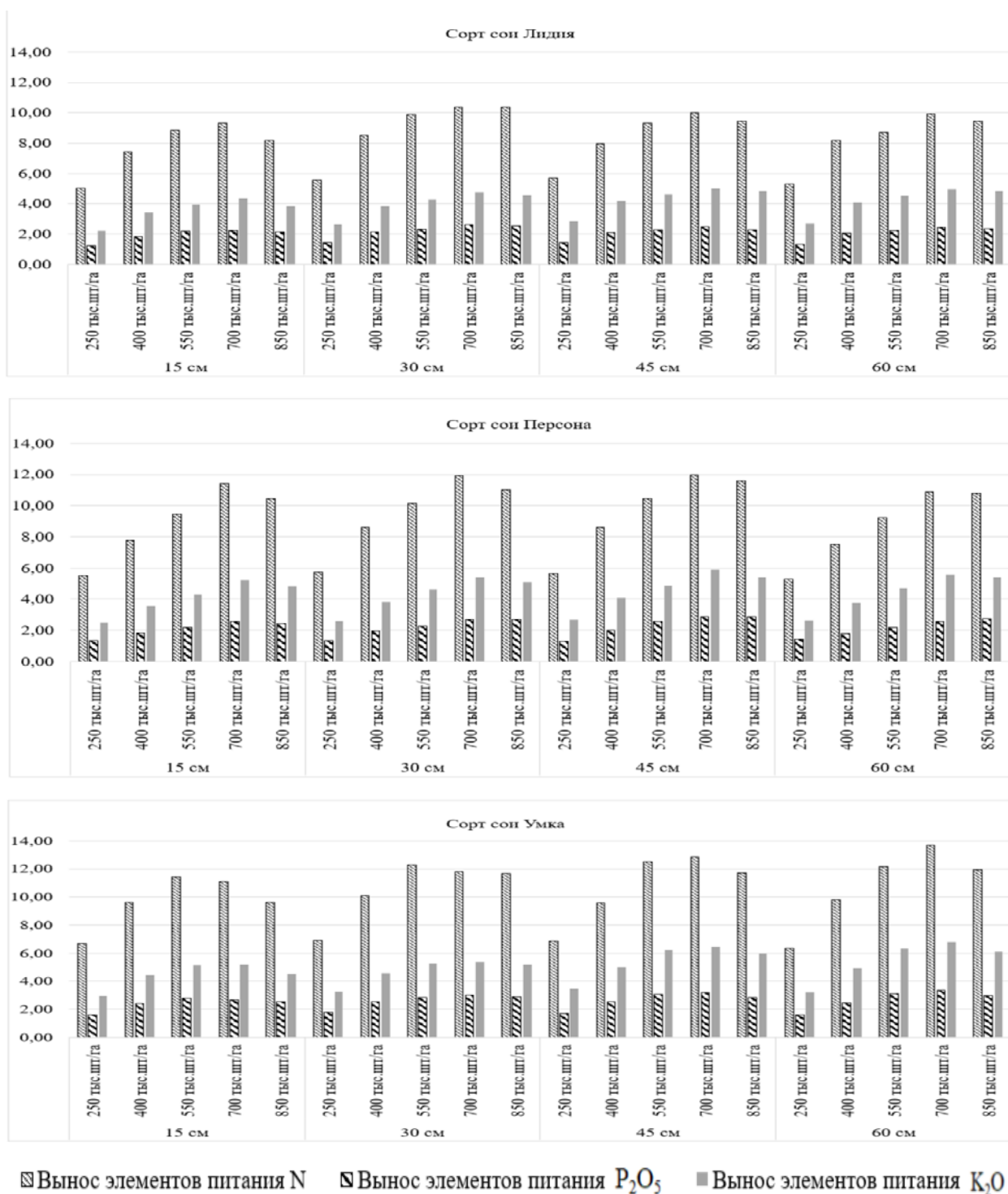


Рисунок 17 – Вынос элементов питания основной продукцией сои, %
(2018-2019 гг.)

В среднем по Дальневосточному региону, соя выносит азота 53 кг/га, фосфора 12,2 и калия 19,8 кг/га. Значение выноса азота основной продукцией (семена сои) по результатам наших исследований - высокое (от 83 до 104 кг/га), фосфора – среднее (от 20 до 26 кг/га) и калия – высокое (от 40 до 50 кг/га).

ГЛАВА 5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ И НОРМАХ ПОСЕВА

5.1 Оценка экономической эффективности возделывания сортов сои

Общеизвестно, что норма высева и способ посева экономически эффективны тогда, когда стоимость прибавки урожая окупает все расходы, связанные с затратами на семена, уборкой, перевозкой и подработкой дополнительного урожая.

Известно, что себестоимость растениеводческой продукции находится в прямой зависимости от урожайности культуры. Следовательно, увеличение урожайности служит главным резервом увеличения доходности культуры. Чем ниже будет уровень себестоимости производства продукции, тем выше показатели экономической эффективности: уровень рентабельности, прибыль.

Определение экономической эффективности проводили с использованием следующей системы показателей: семенная продуктивность с 1 га; стоимость продукции с 1 га; затраты труда на 1 га; производственные затраты на 1 га; себестоимость 1 т продукции; условно-чистый доход с 1 га; уровень рентабельности.

Результаты расчетов экономической эффективности представлены в таблицах 27, 28, 29 (прил. 24, 25, 26).

При возделывании сорта Лидия наибольший условно-чистый доход (33799,9 руб.) и уровень рентабельности (83 %) отмечены при широкорядном способе посева с междурядьями 45 см и нормах высева 700 тыс. шт. на 1 га. При рядовом способе посева с междурядьями 30 см и тех же нормах посева - условно-чистый доход (32064,6 руб.) и уровень рентабельности (78,9 %) соответственно.

Таблица 27 - Экономическая оценка возделывания сорта сои Лидия в зависимости от норм высева и способов посева (среднее за 2017-2019 гг.)

Вариант		Продук- тивность, т/га	Стоимость урожая, руб./га	Производст- венные затраты, руб.	Условно- чистый доход, руб./га	Рентабель- ность, %
Ширина междурядья, см	Норма высева, тыс. шт. на 1 га					
15 (к)	250	1,09	39240	33694,6	5545,4	16,5
	400 (к)	1,47	52920	35606,0	17314,0	48,6
	550	1,65	59400	38283,7	21116,3	55,2
	700	1,75	63000	40227,0	22773,0	56,6
	850	1,62	58320	42266,8	16053,2	38,0
30	250	1,16	41760	33578,6	8181,4	24,4
	400 (к)	1,63	58680	35813,2	22866,8	63,9
	550	1,80	64800	38477,9	26322,1	68,4
	700	2,02	72720	40655,4	32064,6	78,9
	850	1,87	67320	42511,6	24808,4	58,4
45	250	1,22	43920	33547,4	10372,6	30,9
	400 (к)	1,68	60480	35956,8	24523,2	68,2
	550	1,90	68400	38607,4	29792,6	77,2
	700	2,07	74520	40720,1	33799,9	83,0
	850	1,85	66600	42406,8	24193,2	57,1
60	250	1,16	41760	33390,9	8369,1	25,1
	400 (к)	1,63	58680	35813,2	22866,8	63,9
	550	1,81	65160	38412,0	26748,0	69,6
	700	1,96	70560	40735,5	29824,5	73,2
	850	1,83	65880	42459,8	23420,2	55,2

При возделывании сорта Персона наибольший условно-чистый доход (39541,7 и 33909,7 тыс. руб.) и уровень рентабельности (100,6% и 90,7 %) отмечены также при широкорядном способе посева с междурядьями 45 см и нормах высева 700 и 550 тыс. шт. на 1 га. При рядовом способе посева с междурядьями 30 см и тех же нормах посева - условно-чистый доход (35030,0 тыс. руб.) и уровень рентабельности (85 %) соответственно.

Таблица 28 - Экономическая оценка возделывания сорта сои Персона в зависимости от норм высева и способов посева (среднее за 2017-2019 гг.)

Вариант		Продук- тивность, т/га	Стоимость урожая, руб./га	Производст- венные затраты, руб.	Условно- чистый доход, руб./га	Рентабель- ность, %
Ширина междурядья, см	Норма высева, тыс. шт. на 1 га					
15 (к)	250	1,03	37080	33222,6	3857,4	11,6
	400 (к)	1,46	52560	35119,9	17440,1	49,7
	550	1,75	63000	37151,4	25848,6	69,6
	700	2,03	73080	39091,1	33988,9	86,9
	850	1,91	68760	40434,1	28325,9	70,1
30	250	1,03	37080	33143,7	3936,3	11,9
	400 (к)	1,55	55800	35315,3	20484,7	58,0
	550	1,84	66240	37268,0	28972,0	77,7
	700	2,06	74160	39130,0	35030,0	89,5
	850	1,96	70560	41793,5	28766,5	68,8
45	250	1,06	38160	34398,4	3761,6	10,9
	400 (к)	1,59	57240	35445,9	21794,1	61,5
	550	1,98	71280	37370,3	33909,7	90,7
	700	2,19	78840	39298,3	39541,7	100,6
	850	2,03	73080	40826,1	32253,9	79,0
60	250	1,03	37080	32986,0	4094,0	12,4
	400 (к)	1,46	52560	35198,8	17361,2	49,3
	550	1,85	66600	37280,9	29319,1	78,6
	700	2,05	73800	38959,3	34840,7	89,4
	850	1,97	70920	40590,7	30329,3	74,7

Анализ экспериментальных данных свидетельствует, что в среднем за 2017-2019 гг. из изучаемых сортов наибольший условно-чистый доход (46167,7 и 45726,5 тыс. руб.) и уровень рентабельности (110,8 и 103,3 %) отмечены при возделывании сорта сои Умка при норме высева 550 и 700 тыс. шт. на 1 га и широкорядном способе посева с междурядьями 45 см и норме высева 550 и 700 тыс. шт. на 1 га и широкорядном способе посева с междурядьями 60 см, соответственно.

Таблица 29 - Экономическая оценка возделывания сорта сои Умка в зависимости от норм высева и способов посева (среднее за 2017-2019 гг.)

Вариант		Продук- тивность, т/га	Стоимость урожаея, руб./га	Производст- венные затраты, руб.	Условно- чистый доход, руб./га	Рентабель- ность, %
Ширина междурядья, см	Норма высева, тыс. шт. на 1 га					
15 (к)	250	1,19	42840	34770,4	8069,6	23,2
	400 (к)	1,74	62640	38163,7	24476,3	64,1
	550	2,1	75600	41232,1	34367,9	83,4
	700	2,06	74160	43782,8	30377,2	69,4
	850	1,92	69120	46203,9	22916,1	49,6
30	250	1,26	45360	34939,8	10420,2	29,8
	400 (к)	1,86	66960	38397,9	28562,1	74,4
	550	2,26	81360	41360,4	39999,6	96,7
	700	2,17	78120	44082,9	34037,1	77,2
	850	2,1	75600	46673,5	28926,5	62,0
45	250	1,3	46800	34991,6	11808,4	33,7
	400 (к)	1,94	69840	38422,6	31417,4	81,8
	550	2,44	87840	41672,3	46167,7	110,8
	700	2,5	90000	44273,5	45726,5	103,3
	850	2,33	83880	46655,8	37224,2	79,8
60	250	1,24	44640	34992,8	9647,2	27,6
	400 (к)	1,84	66240	38372	27868,0	72,6
	550	2,38	85680	41436,9	44243,1	106,8
	700	2,57	92520	44521,9	47998,1	107,8
	850	2,32	83520	46800,6	36719,4	78,5

Анализ данных по экономической эффективности возделывания сортов сои амурской селекции с разной нормой высева и способов посева показал, что в среднем за три годам исследований наиболее высокий экономический эффект обеспечила норма высева 550 и 700 тыс. шт./га и при широкорядном способе посева с междурядьями 45 см. При этом наибольший уровень рентабельности составил у сорта Умка - 110,8 %.

5.2 Результаты внедрения приемов возделывания сои в производство

Государственный реестр в России допускает к выращиванию около сотни сортов сои. Однако все они жестко привязаны к конкретным семеноводческим зонам. Связано это с тем, что соя очень чувствительна к изменениям в сумме температур и прочим факторам, поэтому отклонение от оптимальной зоны всего на 100-150 км (особенно в северном направлении) способно дать ощутимую разницу в урожайности одного и того же сорта.

Результаты научно-исследовательской работы и рекомендации автора были использованы и внедрены в производство в 2022 году ООО «Красная звезда» Ромненского района Амурской области (с. Знаменка) на общей площади 50 га (прил. 27). Работа выполнена в соответствии с тематическим планом научно-исследовательской работы кафедры общего земледелия и растениеводства ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ.

В процессе работы выполнены исследования по выявлению реакции сортов сои Лидия и Умка на способ посева (рядовой с междурядьями 15 и 30 см; широкорядный с междурядьями 45 и 60 см) и норму высева семян (550, 700 тыс.шт./га) (табл. 30).

Таблица 30 - Урожайность сортов сои Лидия и Умка в зависимости от способа посева и нормы высева в производственных условиях, 2022 г. (т/га)

Ширина междурядий	Норма высева семян, тыс. шт./га	
	550	700
Лидия		
30 см	1,4	1,6
45 см	1,5	1,9
Умка		
30 см	1,8	1,8
45 см	1,9	2,0

Максимальная урожайность получена у сорта Лидия при широкорядном способе посева с междурядьями 45 см и норме высева 700 тыс. шт./га и составила 1,9 т/га, что на 19% выше по сравнению с рядовым способом посева и на 27 % по

сравнению с нормой высева 550 тыс.шт./га. Максимальная урожайность у сорта Умка получена при широкорядном способе посева с междурядьями 45 см и норме высева 700 тыс. шт./га и составила 2,0 т/га, что на 11 % выше по сравнению с рядовым способом посева и на 5 % по сравнению с нормой высева 550 тыс.шт./га.

Максимальный уровень рентабельности получен у сорта Лидия при широкорядном способе посева с междурядьями 45 см и норме высева 700 тыс. шт./га – 61,9 %, у сорта Умка – при широкорядном способе посева с междурядьями 45 см и норме высева 550 тыс. шт./га – 60,5 % (табл. 31).

Таблица 31 – Экономическая эффективность возделывания сортов сои в зависимости от способа и нормы посева в производственных условиях, 2022 г.

Вариант		Урожайность, т/га	Производст- венные затраты, руб.	Себестоимость, 1 ц, руб.	Условно- чистый доход, руб./га	Рентабель- ность, %
Ширина между- рядья, см	Норма высева, тыс. шт. на 1 га					
Лидия						
30	550	1,4	42042	3003	11158	26,5
	700	1,6	44194	2762	16606	37,6
45	550	1,5	42172	2811	14828	35,2
	700	1,9	44582	2346	27618	61,9
Умка						
30	550	1,8	44847	2491	23553	52,5
	700	1,8	47686	2649	20714	43,4
45	550	1,9	44976	2367	27224	60,5
	700	2,0	47945	2397	28055	58,5

Проведенная оценка с учетом себестоимости выращивания свидетельствует о преимуществе широкорядного способа посева с междурядьями 45 см у сорта Лидия с нормой высева 700 тыс.шт./га, у сорта Умка – с нормой высева 550 тыс.шт./га для повышения зерновой продуктивности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные в 2017-2019 гг. многофакторные полевые опыты по изучению сортов сои амурской селекции при разных способах и нормах посева в южной сельскохозяйственной зоне Амурской области позволили сформулировать следующее заключение.

Избыточная влага увеличивает длительность периода от всходов до появления третьего тройчатого листа на 3-4 суток и задерживает переход от цветения к бобообразованию на 4-5 суток. В засушливых условиях фазы бобообразования и налива семян сокращаются, тогда как в увлажненных - увеличиваются. Увеличение нормы высева и уменьшение ширины междурядий снижают полевую всхожесть, но повышают высоту растений, площадь листьев, фотосинтетический потенциал и содержание сухого вещества. Наибольшая продуктивность фотосинтетического потенциала достигнута при норме высева 550 тыс. шт./га и междурядьях 45 и 30 см: у сорта Лидия – 3,2-3,5 г/м², у сорта Персона – 2,9-3,2 г/м², у сорта Умка – 3,0-3,4 г/м² в сутки.

При увеличении ГТК до 1,83 (2019 г.) - 1,95 (2017 г.) урожайность сортов Лидия и Умка снижается с 2,01 до 1,94 т/га и с 2,19 до 2,18 т/га, а у сорта Персона повышается с 1,75 до 1,85 т/га. При увеличении ГТК содержание белка в семенах возрастает, содержание жира снижается.

Густота стояния растений от 550 до 700 тыс. шт./га снижает коэффициент водопотребления (K_w) и повышает урожайность сортов Лидия на 8–19%, Персона – на 16–28%, Умка – на 17–28 %. Между признаками есть связь (R^2 от 0,813 до 0,986). Коэффициент использования фотосинтетической активной радиации ($K_{фар}$) составил 0,43–2,51 % и зависел от условий года и густоты стояния растений.

Увеличение нормы высева и уменьшение ширины междурядья снижает количество боковых ветвей, узлов и бобов у сортов Лидия и Умка при норме

высева 550 тыс. шт./га, а Персона сохраняет наибольшее количество бобов и семенную продуктивность. Оптимальные показатели массы семян для сортов Лидия и Умка при норме высева 550 и 700 тыс. и способе посева (45 см), а Персона имеет стабильные показатели от 5,7 до 8,7 грамм. Снижение силы роста семян всех сортов до 94 % происходит при рядовом посеве и норме 700 тыс. шт./га.

Оптимальный стеблестой индетерминантный сорт Лидия формирует при норме 550, 700 тыс. шт./га, как при посеве с междурядьями 30 см, так и с междурядьями 45 см. Прибавка урожайности этого сорта, по сравнению с контролем, при норме высева 550 тыс. шт./га и всех способах посева была 10-13 %, при норме высева 700 тыс. шт./га – 20-25 %, при норме высева 850 тыс. шт./га – 10-14 %. Урожайность сои детерминантного сорта Персона более 2,0 т/га формируется при норме высева 700 тыс. шт./га, как при способах 15 и 30 см, так и при посеве с междурядьями 45 и 60 см. Оптимальный для высокой продуктивности полудетерминантного сорта Умка посев с нормой высева 550, 700 тыс. шт./га.

Увеличение нормы высева семян повышает содержание азота, фосфора и калия в семенах на 12-35%. Уменьшение ширины междурядий до 15 и 30 см увеличивает содержание азота на 4,1-6,4%. Вынос азота основной продукцией составляет 83-104 кг/га, фосфора – 20-26 кг/га, калия – 40-50 кг/га. Величина выноса азота и калия – высокая, фосфора – средняя, при низком коэффициенте использования из почвы азота и очень высоком фосфора и калия.

Наибольшую рентабельность возделывания сои обеспечивают у сортов Лидия и Персона междурядья 45 см и норма высева 700 тыс. шт./га, у сорта Умка – 45 см и 550 тыс. шт./га. Условно-чистый доход с одного гектара сорта Лидия достигает 33799 рублей, Персона – 39541 и Умка – 46167 рублей.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для реализации потенциала продуктивности сортов сои в условиях Амурской области рекомендуем сорт сои Лидия (индетерминантный) и Персона (детерминантный) высевать с междурядьями 45 см и нормой высева 700 тыс. всхожих зерен на гектар, сорт Умка (полудетерминантный) – с междурядьями 45 см и нормой высева 550 тыс. всхожих зерен на гектар. Рекомендации могут быть использованы для возделывания других сортов сои с подобным характером роста растений.

2. Рекомендуем использовать полученные материалы по реакции сортов сои амурской селекции Лидия, Персона и Умка на способы посева и норму высева семян в учебном процессе аграрных вузов по дисциплинам: «Адаптивно-ландшафтное земледелие», «Растениеводство», «Технологии производства продукции растениеводства», при подготовке специалистов на уровне бакалавриата и магистратуры по направлению «Агрономия».

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКЕ ТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В дальнейшем исследования будут направлены на изучение комплекса приемов интенсивной технологии возделывания сои, устойчиво повышающих плодородие почвы и продукционный потенциал новых сортов с различным типом роста стебля. Предполагается расширить и углубить исследования по адаптации разных по биологическим и технологическим особенностям сортов с высоким содержанием белка, в изменяющихся условиях внешней среды, при внедрении инновационных приемов возделывания сои.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Абанников, В. Н. Оценка агрометеорологических и микроклиматических показателей для прогнозирования урожайности картофеля / В.Н. Абанников // Colloquium journal. 2019. № 16 (40). С. 5-9.
2. Агафонов, О. М. Повышение продуктивности сои при использовании ризобияльных препаратов и стимуляторов роста в условиях зоны неустойчивого увлажнения на черноземе обыкновенном: дис. на соиск. учен. степ. канд. с.-х. наук: 06.01.01. / О. М. Агафонов // Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь. 2018. 128 с.
3. Агрометеорологический обзор по Амурской области за период 2017–2019 гг. // Дальневосточное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды: официальный сайт. URL: <https://amurmeteo.ru/> (дата обращения 22.01.2023 г.)
4. Алексеенкова, Е. Соя. От количества к качеству / Е. Алексеенкова // АгроФорум. 2020. № 5. С. 37–40.
5. Алексейчук, Г. Н. Сила роста семян зерновых культур и ее оценка методом ускоренного старения / Г. Н. Алексейчук. Минск: Право и экономика. 2009. – 44 с. ISBN 978-985-442-647-1.
6. Алиева, Г. А. Влияние норм внесения удобрений на структурные элементы сои в условиях Самухского района (Азербайджан) / Г. А. Алиева // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8, № 11. С. 196–200.
7. Амелин, А. В. Накопление сухой массы надземными органами растений у разных по географическому происхождению коллекционных образцов сои / А. В. Амелин, Е. И. Чекалин, В. В. Заикин, Н. Б. Сальникова // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 1. С. 112–116.
8. Ануфриева, О. А. Анализ производства сои в Российской Федерации / О. А. Ануфриева, К. А. Жичкин // Новости науки в АПК. 2019. № 3 (12). С.

9. Асеева, Т. А. Изменение региональных климатических характеристик Среднего Приамурья и их влияние на урожайность сои / Т. А. Асеева, Т. Н. Федорова, А. С. Степанов // Вестник ДВО РАН. 2022. № 3. С. 138–148.

10. Бабич, А. А. Способы посева и густота стояния растений / А. А. Бабич, А. Т. Волощук, Н. И. Дидык // Зерновое хозяйство. 1978. № 4. С. 23–27.

11. Бабич, А. А. Фотосинтетическая продуктивность посевов и урожайность зерна сои в зависимости от способа посева и густоты растений / А. А. Бабич, В. Ф. Петриченко // Корма и кормопроизводство. 1991. № 31. С. 7–9.

12. Балакай, Г. Т. Формирование урожайности сортов сои различных групп спелости под влиянием способов посева и норм высева / Г. Т. Балакай, Р. Е. Юркова, Л. М. Докучаева // Мелиорация и гидротехника. 2023. Т. 13, № 2. С. 198–211.

13. Баранов, В. Ф. Агромероприятия, как основа биологизации технологии возделывания сои / В. Ф. Баранов, В. Л. Махонин // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2013. № 1. С. 141–150.

14. Баранов, В. Ф. Краткая история происхождения, распространения и изучения культуры / В. Ф. Баранов // Соя: биология и технология возделывания: монография / В. М. Лукомец, В. Ф. Баранов, У. Т. Корреа и др. Краснодар: ВНИИ масличных культур им. В. С. Пустовойта. 2005. С. 11–17.

15. Баранов, В. Ф. Соя на Кубани: монография / В. Ф. Баранов, А. В. Кочугура, В. М. Лукомец. Краснодар: ВНИИ масличных культур им. В. С. Пустовойта. 2009. 321 с.

16. Бельшкіна. М. Е. Влияние норм высева и способов посева на урожайность и качество семян раннеспелых сортов и форм сои северного экотипа / М. Е. Бельшкіна, Т. П. Кобозева, В. А. Шевченко и др. // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2018. № 4. С. 182–190.

17. Белявская, Л. Г. Оценка экологической стабильности и пластичности сортов сои / Л. Г. Белявская, Ю. В. Белявский, А. А. Диянова // Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. № 4 (28). С. 42–48.
18. Беседин, Н. В. Значение зернобобовых культур на примере сои в современных системах земледелия / Н. В. Беседин, И. А. Соколова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2010. № 8 (70). С. 16–19.
19. Болдырева, А. А. Урожайность сои в зависимости от технологии выращивания / А. А. Болдырева // Применение современных ресурсосберегающих инновационных технологий в АПК: материалы VI междунар. науч.-практ. конф. (Ставрополь, 08–12 февраля 2016 г.). Т. I. – Ставрополь: АГРУС. 2016. С. 61–63.
20. Борзенкова, Г. А. Применение эффективных протравителей и инокулянтов в технологии возделывания различных сортов сои / Г. А. Борзенкова, А. Г. Васильчиков // Земледелие. 2014. № 4. С. 37–39.
21. Булавинцев, Р. А. Эффективность возделывания сои в зависимости от способа посева и нормы высева / Р. А. Булавинцев, С. И. Головин, В. А. Стебаков и др. // Вестник аграрной науки. 2023. № 1 (100). С. 56–62.
22. Бурлака В. В. Растениеводство Дальнего Востока / В. В. Бурлака. Хабаровск: Хабаровское кн. изд-во. 1970. 400 с.
23. Бутовец, Е. С. Оценка потенциала урожайности и стрессоустойчивости сортов сои в условиях Приморского края / Е. С. Бутовец, Л. М. Лукьянчук, Е. А. Васина // Вестник ДВО РАН. 2021. № 3 (217). С. 20–28.
24. Ваулин, А. Ю. Внесение удобрений при выращивании сои в условиях Южного Урала / А. Ю. Ваулин // Аграрный вестник Урала. 2009. № 9 (63). С. 48–50.
25. Ваулин, А. Ю. Способы посева и нормы высева сои на Южном Урале / А. Ю. Ваулин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. № 1 (99). С. 5–8.
26. Вэй, Ж. Изменение агрохимических показателей в системе «почва-

растение» в зависимости от способа посева сои / Ж. Вэй, Т. Н. Черноситова, О. А. Селихова // Современные проблемы почвоведения, агрохимии и экологии: сб. науч. статей по материалам междунар. науч.-практ. конф. (Благовещенск, 23–24 октября 2019 г.). Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет. 2019. С. 12–18.

27. Гайдученко, А. Н. Агротехнические и экономические показатели приёмов возделывания сои в короткоротационных севооборотах и монокультуре / А. Н. Гайдученко, М. В. Толмачев, В. Т. Синеговская // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2014. № 10 (120). С. 5–9.

28. Гайдученко, А. Н. Технология возделывания сои в севооборотах / А. Н. Гайдученко, С. Л. Оборский, М. В. Толмачев // Дальневосточный аграрный вестник. 2009. № 3 (11). С. 67–74.

29. Головина, Е. В. Влияние погодных условий на формирование хозяйственно ценных признаков у сортов сои различной селекции / Е. В. Головина, О. В. Леухина, Т. В. Леухина // Зернобобовые и крупяные культуры. 2022. № 2 (42). С. 24–32.

30. Гребнев, О. А. История Дальневосточной селекции сои / О. А. Гребнев // Молодежный вестник дальневосточной аграрной науки: сборник студ. науч. тр. Благовещенск. 2024. Вып. 9. С. 20–26.

31. Грибанов, А. Н. Нормы высева и способы посева разных по скороспелости сортов сои в северной лесостепи ЦЧР: дис. на соиск. учен. степ. канд. с.-х. наук: 06.01.09 / А. Н. Грибанов // Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I. Воронеж. 2004. 182 с.

32. Григорчук, Н. Ф. Использование сои в вопросе совершенствования структуры посевных площадей / Н. Ф. Григорчук // Корма и кормопроизводство. – 2011. № 69. С. 162–166.

33. Грязнов, В. П. Влияние норм высева на размер листовой

поверхности и урожай яровой пшеницы / В. П. Грязнов // Труды Омского СХИ. Омск. 1967. Т. 9, Вып. 4. С. 280–286.

34. Гулаев, В. М. Влияние основной обработки почвы на агрофизические показатели плодородия почвы на посевах сои / В. М. Гулаев, С. Н. Зудилин, Н. В. Гулаева // Известия Самарского научного центра РАН. 2014. № 5 (3). С. 1090–1092.

35. Дадаева, И. И. Влияние минеральных удобрений на урожайные свойства сои / И. И. Дадаева, Н. В. Кандаков // Аграрное образование и наука. 2019. № 2. С. 15–17.

36. Демиденко, Г. А. Влияние применения гербицидов на содержание белка и жира в зерне сои и посевные качества семян сои в условиях Красноярской лесостепи / Г. А. Демиденко // Вестник КрасГАУ. 2015. № 5 (104). С. 113–116.

37. Деревянский, В. П. Оптимальные сроки и способы посева сои / В. П. Деревянский, Р. М. Щербина // Достижения науки и техники АПК. 1993. № 4. С. 39.

38. Дериглазова, Г. М. Мониторинг возделывания сои в климатических условиях Курской области / Г. М. Дериглазова // Мелиорация и гидротехника. 2022. № 12 (4). С. 304–316.

39. Дмитриева, И. Г. Повышение урожайности сои при использовании регулятора роста ряда пиразолопиридинов / И. Г. Дмитриева, П. В. Сидак, Н. А. Макарова, Д. В. Володин // Земледелие. 2024. № 2. С. 29–33. URL: <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2024-2-29-33>.

40. Дозоров, А. В. Урожайность и качество семян сои в зависимости от приёмов основной обработки почвы и гербицидов / А. В. Дозоров, Ю. М. Рахимова, А. Ю. Наумов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 3 (27). С. 11–15.

41. Дорохов, А. С. Производство сои в Российской Федерации: основные тенденции и перспективы развития / А. С. Дорохов, М. Е.

Бельшкина, К. К. Большева // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 3 (47). С. 25–33.

42. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. Москва: Агропромиздат. 1985. 351 с.

43. Дубовик, Д. В. Влияние способов основной обработки на агрофизические свойства почвы, урожайность и качество сои / Д. В. Дубовик, Е. В. Дубовик, А. Н. Морозов, А. В. Шумаков // Земледелие. 2022. № 2. С. 43–50.

44. Дубовой, Г. А. Влияние основной обработки почвы на продуктивные показатели сои / Г. А. Дубовой, Р. В. Кравченко, С. И. Лучинский, В. И. Прохода // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2022. № 183. С. 147–157. URL: <https://doi.org/10.21515/1990-4665-183-015>.

45. Душко, О. С. Влияние гербицидов на засоренность и семенную продуктивность сои в условиях Приамурья / О. С. Душко // Сельскохозяйственный журнал. 2022. № 3 (15). С. 4–11.

46. Душко, О. С. Влияние гербицидов на фотосинтетическую и семенную продуктивность сои / О. С. Душко, В. Т. Синеговская, В. Ф. Кузин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2012. № 7 (93). С. 11–13.

47. Жутяева, М. Экспорт сои. Каковы перспективы России / М. Жутяева // АгроФорум. 2020. № 5. С. 41–44.

48. Записоцкий, Д. Н. Фотосинтетическая деятельность растений сои в зависимости от применения в технологии ее возделывания регуляторов роста / Д. Н. Записоцкий, А. Я. Барчукова // Плодородие. 2018. № 6 (105). С. 26–28.

49. Золотарёв, С. В. Оценка качества семян разных сортов сои северного экотипа с целью их рационального использования / С. В. Золотарёв, И. В. Кобозев, Т. П. Кобозева и др. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2012. № 1 (87). С. 8–14.

50. Золотницкий, В. А. Сорта соевых бобов в Амурском округе / В. А. Золотницкий // Соя на Амуре: книга статей Амурской областной сельскохозяйственной опытной станции. Благовещенск: Агробюромасложиркомбинат. 1930. С. 37–46.
51. Зыков, С. А. Соя: главные составляющие большого урожая / С. А. Зыков // АгроФорум. 2019. № 3. С. 9–16.
52. Иванова, З. А. Влияние густоты посева на фотосинтетическую деятельность растений гибридов кукурузы разных групп спелости / З. А. Иванова, Ф. Х. Нагудова // Успехи современного естествознания. 2016. № 8. С. 78–83.
53. Иванова, М. С. Посевные качества семян / М. С. Иванова // E-Scio. 2022. № 5 (68). С. 485–489.
54. Исупова, Ю. А. Минеральные удобрения на посевах сои / Ю. А. Исупова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 92 (08). С. 734–746.
55. Ишков, И. В. Влияние сорта и инокулянтов на продуктивность сои / И. В. Ишков, В. Ю. Еремина // АгроФорум. 2022. № 4. С. 56–57.
56. Кадыров, С. В. Борьба с сорняками в посевах сои в ЦЧР // С. В. Кадыров, В. А. Федотов, В. И. Гончаров; под ред. В. Е. Шевченко. Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет имени К. Д. Глинки. 2002. 137 с. ISBN 5-7267-0250-6.
57. Кадыров, С. В. Урожай семян сои в зависимости от скороспелости сорта / С. В. Кадыров // Соя и другие бобовые культуры Центрального Черноземья: сб. науч. тр. ВГАУ. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2001. С. 78–82.
58. Казаченко, И. Г. Оптимальные нормы посева и способы посева перспективных сортов сои в условиях лесостепной зоны РСО-Алания / И. Г. Казаченко, Э. Д. Адиньяев, А. А. Абаев, Н. Т. Хохоева // Аграрный вестник

Урала. 2011. № 3 (82). С. 6–7.

59. Каталог сортов сои / Е. М. Фокина, Г. Н. Беляева, М. О. Синеговский и др. Благовещенск: ОДЕОН. 2021. 69 с. ISBN 978-5-6040714-5-8.

60. Каталог сортов сои селекции Всероссийского НИИ сои: коллективная научная монография / Н. Д. Фоменко, В. Т. Синеговская, Н. С. Слободяник и др. Благовещенск: ИПК «ОДЕОН». 2015. 96 с. ISBN 978-5-9905519-2-3.

61. Клыков, А. Г. Краткий исторический очерк развития аграрной науки на Дальнем Востоке России / А. Г. Клыков // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. 2023. № 3 (229). С. 5–11.

62. Ковшик, И. Г. Соя в Амурской области. Агротехника выращивания в современных условиях: научная монография / И. Г. Ковшик А. В. Науменко. // Благовещенск: Деловое Приамурье. 2018. 248 с.

63. Коробейников, А. С. Оценка селекционного материала сои на комплексную устойчивость к фитопатогенам / А. С. Коробейников, Л. Ф. Ашмарина // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2021. №9 (203). С. 5–9.

64. Кравченко, Р. В. Энергосберегающие технологии возделывания гибридов кукурузы / Р. В. Кравченко, В. И. Прохода // Техника и оборудование для села. 2009. № 10. С. 16–17.

65. Кравченко, Р. В. Эффективность минимализации основной обработки почвы на различных гербицидных фонах при возделывании кукурузы / Р. В. Кравченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 82. С. 657–671.

66. Красовская, А. В. Влияние агрометеорологических факторов на формирование урожая и качество зерна сортов сои / А. В. Красовская, А. Ф. Степанов, Т. М. Веремей // Вестник КрасГАУ. 2022. № 8 (185). С. 51–58.

67. Красовская, А. В. Влияние агротехнических приемов и

метеорологических факторов на продуктивность сои в Западной Сибири / А. В. Красовская, А. Ф. Степанов // Омский научный вестник. 2014. № 2 (134). С.159–162.

68. Кривошлыков, К. М. Современные тенденции рынка сои в мире и России / К. М. Кривошлыков, Е. Ю. Рощина // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2016. № 2 (166). С. 68–72.

69. Левкина, О. В. Эффективность выращивания сортов сои в зависимости от норм высева семян / О. В. Левкина, В. Г. Тарануха, В. В. Еремич // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур: сб. статей по материалам XIV междунар. науч.-практ. конф. (Горки, 27–28 июня 2019 г.). Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. С. 110–114.

70. Лихачев Б. С. Морфофизиологическая оценка проростков и сила роста семян / Б. С. Лихачев // Селекция и семеноводство. 1977. № 3. С. 67–68.

71. Лыгин, А. В. Влияние фунгицидных протравителей и инокулянта на продуктивность сои в условиях производственного опыта / А. В. Лыгин, Д. А. Белов, В. А. Крылов, М. Ф. Крылова // Земледелие. 2023. № 4. С. 48–51.

72. Лысенко, Н. Н. Гербициды в посевах сои / Н. Н. Лысенко // Вестник аграрной науки. 2018. № 2 (71). С. 19–28.

73. Масный Р. С. Оценка использования фотосинтетически активной радиации соей на орошаемых землях Ростовской области / Р. С. Масный, Г. Т. Балакай, А. Н. Бабичев, С. А. Селицкий // Мелиорация и гидротехника. 2023. Т. 13, № 3. С. 206–219

74. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры / под общ. ред. М. А. Федина. Москва. 1989. 194 с.

75. Миленко, О. Г. Влияние агротехнических приёмов при выращивании сои обычным рядовым способом посева на засоренность

агрофитоценоза и урожайность зерна / О. Г. Миленко // Зернобобовые и крупяные культуры. 2016. № 4 (20). С. 46–51.

76. Миленко, О. Г. Формирование структуры видового состава сорных растений в агроценозе сои / О. Г. Миленко // Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем: материалы 3-го всерос. съезда по защите растений. В 3-х томах (Санкт-Петербург, 16–20 декабря 2013 г.). Санкт-Петербург: Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений РАСХН. 2013. Т. II. С. 298–301.

77. Морозов, А. Н. Влияние фона питания и способа посева на продуктивность и качество сои в Центральном Черноземье / А. Н. Морозов, Г. М. Дериглазова // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. № 5 (389). С. 535–540.

78. Нафиков, М. М. Влияние основной обработки почвы и фона питания на урожайность сои в Закамье / М. М. Нафиков, С. Г. Смирнов, К. Н. Рябкова // Инновационные направления развития АПК и повышение конкурентоспособности предприятий, отраслей и комплексов - вклад молодых ученых: сб. науч. тр. по материалам XVI междунар. науч.-практ. конф. (Ярославль, 23–25 января 2013 г.). Ярославль: Ярославская государственная сельскохозяйственная академия. 2013. С. 96–99.

79. Никульчев, К. А. Влияние культур севооборота на микробиологическую активность, агрофизические свойства почвы и урожайность сои / К. А. Никульчев, Е. В. Банецкая // Земледелие. 2020. № 1. С. 11–14.

80. Никульчев, К. А. Роль предшественника в формировании урожайности сои на фоне длительного применения удобрений / К. А. Никульчев // Плодородие. 2019. № 3(108). С. 39–41.

81. Ничипорович, А. А. Важнейшие проблемы фотосинтеза в растениеводстве: научное издание. Отд-ние растениеводства и селекции Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина; отв. ред. / А. А. Ничипорович. //

Москва: Колос, 1970. 320 с.

82. Нурлыгаянов, Р. Б. Соя требует объединяться / Р. Б. Нурлыгаянов, О. В. Михеенко, О. М. Ширинян и др. // Аграрная тема. 2021. № 9 (146). С. 10–15.

83. Оганнисян, Р. М. Анализ состояния и перспективы производства сои в Амурской области / Р. М. Оганнисян // Academy. 2021. №6 (69). С. 20–25.

84. Огурцов, Е. Н. Влияние способов посева на продуктивность сои в левобережной лесостепи Украины / Е. Н. Огурцов, Ю. В. Белинский // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 3. С. 45–48.

85. Омаров, Ф. Б. Качество семян сои в зависимости от ширины междурядий и норм высева / Ф. Б. Омаров, Н. Х. Гамидова // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2015. № 4 (33). С. 64–67.

86. Омаров, Ф. Б. Фотосинтез посевов сои в зависимости от приёмов выращивания / Ф. Б. Омаров, А. А. Айтемиров, М. А. Магомедова и др. // Московский экономический журнал. 2019. № 4. С. 322–336.

87. Опытное дело в полеводстве / С. С. Сдобников, А. А. Зенин, К. И. Саранин и др.; общ. ред. Г. Ф. Никитенко. Москва: Россельхозиздат. 1982. 190 с.

88. Орехов, Г. И. Способы основной обработки почвы под сою в регионах России (обзор) / Г. И. Орехов, А. С. Бушнев // Масличные культуры. 2019. № 1 (177). С. 124–131.

89. Павленко, О. А. Оценка обоснованности введения экспортной пошлины на сою: региональный аспект / О. А. Павленко // Таможенная политика России на Дальнем Востоке. 2021. № 2 (95). С. 60–68.

90. Панюта, Н. С. Влияние совместного применения средств защиты растений и инокулянтов на урожайность и качество семян сои сорта Бриз в первичных звеньях семеноводства / Н. С. Панюта, Е. Е. Кульдяева, Н. С. Кочева // Агронаука. – 2023. – Т. 1, № 4. – С. 51–61.

91. Парахин, Н. В. Засоренность посевов сои при различных условиях

возделывания / Н. В. Парахин, Н. Н. Лысенко, Ю. В. Кузмичева // Зернобобовые и крупяные культуры. 2016. № 1 (17). С. 14–21.

92. Патент № 2539634. Способ определения продуктивности фотосинтетического потенциала сортов сои: № 2013129655/13: заявл. 27.06.2013: опубл. 20.01.2015 / В. Т. Синеговская, М. В. Толмачев; заявитель, патентообладатель Всероссийский научно-исследовательский институт сои. 6 с.

93. Патент на селекционное достижение № 12484. Соя. *Glycine max* (L.). Мегг. Дебют: выдан по заявке № 8058839: с датой приоритета 02.12.2019: зарегистр. в Госреестре охраняемых селекц. достижений 19.01.2023 / Х. Ли, Т. В. Минькач, А. А. Муратов, О. А. Селихова, П. В. Тихончук; заявитель, патентообладатель Дальневост. гос. аграр. ун-т.

94. Пацкова, В. А. Технологические приемы выращивания сои / В. А. Пацкова, Л. В. Велижанских // Аграрный вестник Урала. 2009. № 4 (58). С. 56–58.

95. Петибская, В. С. Влияние биохимического состава семян сои на эффективность их использования при кормлении перепелов / В. С. Петибская, А. В. Кочегура, С. В. Зеленцов и др. // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всесоюзного научно-исследовательского института масличных культур. № 2 (129). 2003. С. 75–78.

96. Пигорев, И. Я. Влияние нормы высева на урожайность и качество семян сои на серых лесных почвах центрального Черноземья / И. Я. Пигорев, Л. В. Данилова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2009. № 3. С. 57–59.

97. Пигорев, И. Я. Рост и развитие сои сорта Опус при разных сроках посева в Центрально-Черноземной зоне / И. Я. Пигорев, А. И. Трубников, А. А. Гарбузов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 8. С. 6–14.

98. Радикорская, В. А. Оптимизация минерального питания зерновых культур и сои / В. А. Радикорская // Дальневосточный аграрный вестник. 2009.

№ 3. С. 87–89.

99. Расулова, В. А. Анализ современного состояния производства сои в России / В. А. Расулова, А. Ф. Мельник // Вестник сельского развития и социальной политики. 2020. № 3 (27). С. 6–8.

100. Российский статистический ежегодник 2024 / Росстат: сайт. Москва. 2024. URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Posev-2024.xlsx> (дата обращения 29.04.2025).

101. Савенков, В. П. Урожай и качество семян сои в зависимости от способов основной обработки почвы / В. П. Савенков, Н. Н. Хрюкин, А. М. Епифанцева // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2018. № 1 (173). С. 55–60.

102. Саенко, Г. М. Метод создания исходного материала для селекции сои с повышенной устойчивостью к пепельной гнили и фузариозному увяданию / Г. М. Саенко, С. В. Зеленцов, А. С. Лучинский // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2010. №2 (144-145). С. 54–61.

103. Сверлова, Л. И. Сельскохозяйственная оценка продуктивности климата Восточной Сибири, Дальнего Востока и трассы БАМ для ранних яровых культур / Л. И. Сверлова. Ленинград: Гидрометеиздат. 1980. 183 с.

104. Семена сельскохозяйственных культур: методы анализа: сб. ГОСТов. Москва: Издательство стандартов. 2004. 550 с.

105. Семехина, М. А. Изменение структуры урожая сои при различных приемах обработки почвы / М. А. Семехина, М. В. Горбунова, Ю. А. Бобкова // Russian Agricultural Science Review. 2015. Т. 5, № 5-1. С. 160–164.

106. Синеговская, В. Т. Влияние обеспеченности растений минеральным азотом на развитие симбиотического аппарата и урожайность сои / В. Т. Синеговская, И. В. Ануфриева, А. А. Урюпина // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34, № 6. С. 28–32.

107. Синеговская, В. Т. Методы исследований в полевых опытах с соей / В. Т. Синеговская, Е. Т. Наумченко, Т. П. Кобозева. Благовещенск: Одеон. 2016. 115 с.

108. Синеговская, В. Т. Посевы сои в Приамурье как фотосинтезирующие системы: монография / В. Т. Синеговская. Благовещенск: Зея. 2005. 120 с.

109. Синеговская, В. Т. Роль биологически активных веществ в повышении фотосинтетической и семенной продуктивности сои / В. Т. Синеговская, О. П. Ран // Дальневосточный аграрный вестник. 2013. № 4 (28). С. 13–18.

110. Синеговская, В. Т. Сортовые агротехнологии возделывания сои в Приамурье / В. Т. Синеговская // Дальневосточный аграрный вестник. 2007. № 3 (3). – С. 51–57.

111. Синеговская, В. Т. Формирование репродуктивных органов у скороспелого сорта сои в зависимости от способа посева / В. Т. Синеговская, В. В. Очкурова // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2021. № 5. С. 11–14.

112. Синеговская, В. Т. Фотосинтетическая деятельность и продуктивность сои в Приамурье при разных способах обработки почвы / В. Т. Синеговская, А. Н. Гайдученко, М. В. Толмачев // Земледелие. 2013. № 8. С. 30–32.

113. Синеговский, М. О. Методические аспекты экономической оценки технологии возделывания сортов сои / М. О. Синеговский // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 6 (128). С. 204–207.

114. Синеговский, М. О. Соя как инструмент компенсации дефицита белка (исторический аспект) / М. О. Синеговский // Агронаука. 2024. Т. 2, № 1. С. 16–22.

115. Синеговский, М. О. Экономика производства сои: учет сортовых и

региональных особенностей: монография / М. О. Синеговский, Н. Е. Антонова. Благовещенск: Одеон. 2018. 128 с.

116. Система земледелия Амурской области: производственно-практический справочник / Д. В. Ахалбедашвили, А. И. Безруков, В. С. Белоусов и др. Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет. 2016. 570 с. ISBN 978-5-9642-0276-9.

117. Смолянинов, В. В. По интенсивной технологии / В. В. Смолянинов, В. П. Деревянский // Масличные культуры. 1987. № 3. С. 8.

118. Сорокин О. Д. Прикладная статистика на компьютере / О. Д. Сорокин. 2-е изд. Новосибирск. 2012. 282 с.

119. Соя на Дальнем Востоке / А. П. Ващенко, Н. В. Мудрик, П. П. Фисенко и др. // Владивосток: Дальнаука. 2014. 435 с.

120. Тарануха, В. Г. Влияние способов посева на урожайность зерна сортов сои в условиях северо-восточной части Республики Беларусь / В. Г. Тарануха, О. А. Клепча // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 2. С. 149–153.

121. Тедеева, А. А. Всхожесть семян гороха в зависимости от нормы высева / А. А. Тедеева, А. А. Абаев, В. В. Тедеева // Символ науки: международный научный журнал. 2017. Т. 3, № 4. С. 41–43.

122. Толмачев, М. В. Влияние технологических приемов возделывания на фотосинтетическую деятельность и продуктивность сортов сои / М. В. Толмачев, В. Т. Синеговская // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2009. № 12 (62). С. 5–8.

123. Трунова, М. В. Признаки отбора сортов сои в селекционном питомнике в зависимости от продолжительности вегетационного периода / М. В. Трунова // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2018. № 4 (176). С. 23–26.

124. Фадеева, М. Ф. Влияние способов посева на формирование числа

семян в бобах сои / М. Ф. Фадеева, Л. В. Воробьева, О. Л. Матвеева // Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. № 1 (25). С. 40–42.

125. Фёдорова, Т. Н. Изменение региональных климатических характеристик среднего Приамурья и их влияние на урожайность сои / Т. Н. Фёдорова, Т. А. Асеева // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. 2022. № 3(223). С. 138–148.

126. Федорук, Р. С. Иммунобиологическая и антиоксидантная активность организма ремонтных телок при выпаивании соевого молока / Р. С. Федорук, О. П. Долайчук, И. О. Матюха // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сб. науч. тр. Горки: Белорусская ГСХА, 2010. Вып. 13, Ч. 1. С. 170–176.

127. Формирование урожайности сои сорта Китросса в зависимости от густоты посева / А. Е. Гретченко, Ю. О. Мезенцева, М. П. Михайлова, С. В. Рафальский // Вестник КрасГАУ. 2021. № 7 (172). С. 50–58.

128. Фролова, С. А. Перспективы применения микробиологических удобрений при выращивании новых сортов сои / С. А. Фролова // Селекция и сортотразведение садовых культур. 2021. Т. 8, № 1-2. С. 75–77.

129. Хамоков, Х. А. Выбор наиболее эффективных способов основной обработки почвы и их влияние на симбиотическую деятельность и структуру урожая посевов сои / Х. А. Хамоков, Э. Х. Хамоков // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2015. № 1 (7). С. 17–21.

130. Хамоков, Х. А. Продуктивность посевов сои в зависимости от приёмов агротехники на чернозёмах обыкновенных / Х. А. Хамоков // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 2(58). С. 26–28.

131. Хань, Д. Исследование точного метода определения фенотипа сортов сои, устойчивых к растрескиванию бобов / Д. Хань, // Агронаука. 2023. Т. 1, № 1. С. 63–69.

132. Хасанов, Г. А. Сроки, способы посева и нормы высева нута в Зауралье Республики Башкортостан / Г. А. Хасанов, Я. Т. Суюндуков, Х. М. Сафин // Достижения науки и техники АПК. 2009. № 3. С. 33–35.

133. Цыбульников, В. А. Соя - отличный предшественник озимой пшеницы / В. А. Цыбульников, С. В. Панчихин // Земледелие. 2009. № 1. С. 32–33.

134. Чамурлиев, О. Г. Водопотребление и продуктивность сои в зависимости от способов основной обработки орошаемых светло-каштановых почв Нижнего Поволжья / О. Г. Чамурлиев, Н. П. Мелихова, Е. В. Зинченко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2011. № 2 (22). С. 47–53.

135. Чепелев, Г. П. Влияние плотности посева сои сорта Кружевница на урожайность и качество семян в условиях юга Приамурья / Г. П. Чепелев, М. П. Михайлова, А. Е. Гретченко, Ю. О. Мезенцева // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34, № 8. С. 80–84.

136. Чепелев, Г. П. Влияние структуры посева и нормы высева семян на формирование урожайности сои сорта Китросса / Г. П. Чепелев, М. П. Михайлова // Земледелие. 2020. № 4. С. 22–25.

137. Черноситова, Т. Н. Агрохимическая оценка состояния почвы опытного поля Дальневосточного государственного аграрного университета / Т. Н. Черноситова, А. А. Муратов // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития: материалы всерос. науч.-практ. конференции (Благовещенск, 20–21 апреля 2022 г.). В 4 т. Т. 1. Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2022. С. 341–348.

138. Черноситова, Т. Н. Эффективность использования фосфоритно-силикатной муки Евгеньевского месторождения в качестве фосфорного удобрения / Т. Н. Черноситова // Вестник Алтайского государственного университета. 2008. № 1 (39). С. 26–30

139. Чернышева, Н. В. Биологическая эффективность применения

органоминерального удобрения КВАНТУМ Бор-Молибден на сое / Н. В. Чернышева, Я. К. Тосунов, А. Я. Барчукова // Рисоводство. 2018. № 4 (41). С. 46–50.

140. Чернышенко, П. В. Урожайность и качество семян сои в потомстве в зависимости от способа сева и норм высева в восточной части лесостепи Украины / П. В. Чернышенко, С. С. Рябуха // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2013. № 1 (153-154). С. 57–62.

141. Чжан, У. Выявление и анализ устойчивости основных сортов сои к соевой плодовой гнили (*leguminivora glycinivorella*) в северной провинции Хэйлунцзян / У. Чжан, П. Сян, Я. Ли и др. // Агронаука. 2023. Т. 1, № 1. С. 70–76.

142. Шабалкин, А. В. Влияние обработки почвы в комплексе с применением удобрений и гербицидов на урожайность, качество семян сои и экономическую эффективность / А. В. Шабалкин, В. А. Воронцов, Ю. П. Скорочкин // Масличные культуры. 2019. № 1 (177). С. 55–59.

143. Шабалкин, А. В. Эффективность возделывания сои в зависимости от основной обработки почвы, минеральных удобрений и гербицидов / А. В. Шабалкин, В. А. Воронцов, Ю. П. Скорочкин // Масличные культуры. 2020. № 2 (182). С. 70–75.

144. Шахмедов, И. Ш. Влияние нормы высева сои на урожайность при орошении / И. Ш. Шахмедов, М. М. Дожмухамбетова // Аграрный вестник Урала. 2009. № 5(59). С. 52–53.

145. Шевников, Н. Я. Особенности формирования урожая сортов сои в зависимости от сроков, способов посева и норм высева в лесостепи Украины / Н. Я. Шевников, И. И. Лотыш // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 4. С. 64–68.

146. Щегорец О. В. Ресурсная урожайность полевых культур Приамурья в условиях адаптивно-ландшафтного земледелия и диверсификации растениеводства / О. В. Щегорец. – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ. 2015. 84 с.

147. Щегорец, О. В. Соеводство / О. В. Щегорец. Благовещенск: РИО. 2002. 432 с.
148. Щегорец, О. В. Ученый, опередивший эпоху / О. В. Щегорец // Дальневосточный аграрный вестник. 2021. № 3 (59). С. 121–126.
149. Ablett, G. R. Row width and seeding rate performance of indeterminate, semideterminate, and determinate soybean / G. R. Ablett, W. D. Beversdorf, V. A. Dirks // Journal of Production Agriculture. 1991. Vol. 4, No. 3. pp. 391–394.
150. Berhow, M. A. Analysis and quantitative determination of group B saponins in processed soybean products / M. A. Berhow, C. L. Cantrell, S. M. Duval et al. // Phytochemical Analysis: An International Journal of Plant Chemical and Biochemical Techniques. 2002. Vol. 13, No. 6. pp. 343–348.
151. Hu, Y. Y. Analysis of changes in the planting structure of major food and oil crops in China from 1951 to 2015 / Y. Y. Hu, Y. X. Zhu, Y. H. Yang et al. // Journal of China Agricultural University. 2019. Vol. 24, No. 11. pp. 183–196.
152. Selikhova, O. A. Analysis of the current situation of soybean cultivation in the Amur Region of Russia / O. A. Selikhova, R. Wei, J. Y. Cui, etc. // Heilongjiang Agricultural Science. 2021. No. 1. pp. 139–141.
153. Brufau, G. Phytosterols: Physiologic and metabolic aspects related to cholesterol-lowering properties / G. Brufau, M. A. Canela, M. Rafecas // Nutri Res. 2008. Vol. 28, No. 4. pp. 217–225.
154. Liu, T. Canopy structure, light interception, and photosynthetic characteristics under different narrow-wide planting patterns in maize at silking stage / T. Liu, F. Song, S. Liu, X. Zhu // Agric. Res. 2011. Vol. 9, No. 4. C. 1249–1261.
155. Carciochi, W. D. Soybean seed yield response to plant density by yield environment in North America / W. D. Carciochi, R. Schwalbert, F. H. Andrade, et al // Agronomy Journal. 2019. Vol. 111, No. 4. pp. 1923–1932.
156. Berhow, M. A. Characterization and antimutagenic activity of soybean saponins / M. A. Berhow, E. D. Wagner, S. F. Vaughn, M. J. Plewa // Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis. 2000. Vol. 448, No.

1. pp. 11–22.

157. Karr-Lilienthal, L. K. Chemical and nutritional properties of soybean carbohydrates as related to nonruminants : a review / L. K. Karr-Lilienthal, C. T. Kadzere, C. M. Grieshop, C. F. George // *Livestock Production Science*. 2005. Vol. 97, No. 1. pp. 1–12.

158. Zhang, Y. Comprehensive evaluation of the oil composition of the grains of soybean varieties / Y. Zhang, L. Shi, F. Liu et al. // *Soybean Science*. 2023. pp. 1–10.

159. Cooper, R. L. Response of Soybean Cultivars to Narrow Rows and Planting Rates Under Weed-free Conditions / R. L. Cooper // *Agronomy Journal*. 1977. Vol. 69, No. 1. pp. 89–92.

160. Yu, X. Effect of plant spacing configuration on soybean agronomic Traits and yield / X. Yu, J. Liang, Z. He, etc. // *Soybean Science*. 2021. Vol. 40, No. 4. pp. 482–489.

161. Yin, F. Effect of plant spacing configuration on the formation of wide-sown wheat yield / F. Yin, W. Wang, Sh. Gu, D. Wang // *Journal of Wheat Crops*. 2018. Vol. 38, No. 06. pp. 710–717.

162. Sobko, O. Effect of sowing density on grain yield, protein and oil content and plant morphology of soybean (*Glycine max* L. Merrill) / O. Sobko, J. Hartung, S. Zikeli et al. // *Plant, Soil & Environment*. 2019. Vol. 65, No. 12. pp. 594–691.

163. Wolfs, M. Effectiveness of customary use of phytosterol/-stanol enriched margarines on blood cholesterol lowering / M. Wolfs, N. De Jong, M. C. Ocké, et al. // *Food and Chemical Toxicology*. 2006. Vol. 44, No. 10. pp. 1682–1688.

164. Zhang, Y. Q. Effects of plant population on photosynthetic characteristics and yield components of summer soybean / Y. Q. Zhang, N. Zhang, N. Wang et al. // *Journal of Nuclear Agricultural Sciences*. 2015. Vol. 29, No. 7. pp. 1386–1391.

165. Sun, G. W. Effects of sowing date and plant density on agronomic traits and yield for different soybeans / G. W. Sun, L. S. Fu, F. L. Zhang et al. // *Soybean Science*. 2016. Vol. 35, No. 3. pp. 423–427.

166. Hayakawa, K. Effects of soybean oligosaccharides on human faecal flora / K.

Hayakawa, J. Mizutani, K. Wada et al. // *Micro Eco Heal Dis.* 2009. Vol. 3, No. 6. pp. 293–303.

167. Wen, X. Evaluation on Comprehensive Productivities of Soybean Varieties with Different Growth Habits through Gray Correlation Degree Analysis / X. Wen, H. Wang, H. Zhang et al. // *Journal of Shenyang Agricultural University.* 2005. No. 2. pp. 143–147.

168. Fuming, Y. Novel synthesis of phytosterol ester from soybean sterol and acetic anhydride / Y. Fuming, A. O. Samson, M. Ying // *J Food Sci.* 2016. Vol. 81, No. 7. pp. 1629–1635.

169. Hugie, W. V. Genotypic interaction of early maturity soybean with row spacings / W. V. Hugie, J. H. Orf // *Crop science.* 1989. Vol. 29, No. 6. pp. 1447–1451.

170. Ibrahim, M. E. Response of determinate and indeterminate soybean cultivars to planting pattern and density / M. E. Ibrahim // *Annals of Agricultural Science, Moshtohor.* 1996. Vol. 34, No. 4. pp. 1431–1456.

171. Syromyatnikov, Y. Influence of agrotechnical practices and sowing time in various weather on soybean yield / Y. Syromyatnikov, I. Semenenko, K. Yu Maksimovich, I. Troyanovskaya // *Acta Technologica Agriculturae.* 2023. Vol. 26, No. 1. pp. 9–16.

172. Shestakova, E. O. Influence of various elements of cultivation technology on the chlorophyll content in winter wheat plants and its yield / E. O. Shestakova, F. V. Eroshenko, I. G. Storchak et al. // *Agrarian Bulletin of the Urals.* 2020. Vol. 196, No. 5. pp. 27–37.

173. Janusauskaite, D. Productivity of three pea (*Pisum sativum* L.) varieties as influenced by nutrient supply and meteorological conditions in boreal environmental zone / D. Janusauskaite // *Plants.* 2023. Vol. 12, No. 10. pp. 1938.

174. Kiniry, J. R. Response to questions raised by Sinclair and Muchow / J. R. Kiniry // *Field Crops Research.* 1999. Vol. 62, No. 2-3. pp. 245–247.

175. Li, G. C. Analysis of influencing factors and countermeasures of soybean seed quality in Southern Huanghuai / G. C. Li, Z. Geng, T. F. Han // *China Seed*

Industry. 2020. No. 4. pp. 34–36.

176. Lin, C. S. Effect of plant spacing within a row on the competitive ability of soybean genotypes / C. S. Lin, J. H. Torrie // Crop Science. 1968. Vol. 8, No. 5. pp. 585–588.

177. Livingston, S. D. The effects of microclimate on the yield of York soybeans in five row arrangements. PhD diss. / S. D. Livingston // University of Tennessee. Site. 1974.

178. Lowell, C. A. Oligosaccharide metabolism and accumulation in developing soybean seeds / C. A. Lowell, T. M. Kuo // Crop Sci. 1989. Vol. 29, No. 2. pp. 459–465.

179. Verrelst, J. Optical remote sensing and the retrieval of terrestrial vegetation bio-geophysical properties—A review / J. Verrelst, G. Camps-Valls, J. Muñoz-Marí et al. // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. 2015. Vol. 108. pp. 273–290.

180. Parvez, A. Q. Determinate and indeterminate type soybean cultivar responses to pattern, density, and planting date / A. Q. Parvez, F. P. Gardner, K. J. Boote // Crop Science. 1989. Vol. 29, No. 1. pp. 150–157.

181. Gan, Y. Physiological response of soybean genotypes to plant density / Y. Gan, I. Stulen, H. Van Keulen, P. J. C Kuiper // Field Crops Research. 2002. Vol. 74, No. 2-3. C. 231–241.

182. Hampton, J. G. Plant density affects soybean seed quality / M. M. Rahman, M. G. Mwakangwale, J. G. Hampton, M. J. Hill // Seed science and technology. 2005. Vol. 33, No. 2. pp. 521–525.

183. Quiroga, A. Characterization of soybean proteins-fatty acid systems / A. Quiroga, C. A. Maria, C. P. Maria // Journal of the American Oil Chemists Society. 2010. Vol. 87, No. 5. pp. 507–514.

184. Yang, H. Recovery of phytosterols from waste residue of soybean oil deodorizer distillate / H. Yang, F. Yan, D. Wu et al. // Bioresour Technol. 2010. Vol. 101, No. 5. pp. 1471–1476.

185. Robinson, S. L. Comparison of determinate and indeterminate soybean near isolines and their response to row spacing and planting date / S. L. Robinson, J. R.

Wilcox // Crop Science. 1998. Vol. 38, No. 6. pp. 1554–1557.

186. Bowers, G. R. Row spacing in the early soybean production system / G. R. Bowers, J. L. Rabb, L. O. Ashlock, J. B. Santini // Agronomy Journal. 2000. № 92 (3). pp. 524–531.

187. Sharratt, B. S. Microclimatic and rooting characteristics of narrowrow versus conventional-row corn / B. S. Sharratt, D. A. Williams // Agronomy Journal. 2005. Vol. 97, No. 4. pp. 1129–1135.

188. Sheteiwy, M. S. Seed priming and foliar application with jasmonic acid enhance salinity stress tolerance of soybean (*Glycine max* L.) seedlings / M. S. Sheteiwy, H. Shao, W. Qi, et al // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2021. Vol. 101, No. 5. pp. 2027-2041.

189. Singer, J. W. Soybean lightinter ception andyield respon setorow spacing andbiom assremovai / J. W. Singer // Crop Science. 2001. Vol. 41, No. 2. pp. 424–429.

190. Singh, J. N. Net and spectral radiation in soybean canopies / J. N. Singh, D. B. Peters, J. W. Pendleton // Agronomy Journal. 1968. Vol. 60, No. 5. pp. 542–545.

191. Suhre, J. J. Soybean yield partitioning changes revealed by genetic gain and seeding rate interactions / J. J. Suhre, N. H. Weidenbenner, S. C. Rowntree et al. // Agronomy Journal. 2014. Vol. 106, No. 5. pp. 1631–1642.

192. Liu, X. Soybean yield physiology and development of high-yielding practices in Northeast China / X. Liu, J. Jin, G. Wang, S. Herbert // Field Crops Research. 2008. Vol. 105, No. 3. pp. 157–171.

193. Li, T. Systemic regulation of photosynthetic function in field-grown sorghum / T. Li, Y. Liu, L. Shi, C. Jiang // Plant Physiology and Biochemistry. 2015. Vol. 94. pp. 86–94.

194. Nianxi, L. The Density Tolerance of Dwarf Soybean Varieties / L. Nianxi, D. Zhimin, L. Zhi et al. // Journal of Agriculture. 2020. Vol. 10 (1). C. 1–6.

195. Wang, C. Impacts of drought on maize and soybean production in northeast China during the past five decades / C. Wang, H. W. Linderholm, Y. Song, et al // International journal of environmental research and public health. 2020. Vol. 17, No. 7.

pp. 2459.

196. Wiggans, R. G. The influence of space and arrangement on the production of soybean plants / R. G. Wiggans // *Agronomy Journal*. 1939. Vol. 31, No. 4. pp. 314–321.

197. Winkler-Moser, J. K. Antioxidant activities and interactions of α - and γ -tocopherols within canola and soybean oil emulsions / J. K. Winkler-Moser, A. Logan, E. I. Bakota // *Eur J Lipid Sci Tech*. 2014. Vol. 116, No. 5. pp. 606–617.

198. Yang, Q. Environmental and genetic regulation of plant height in soybean / Q. Yang, G. Lin, H. Lv, et al // *BMC plant biology*. 2021. Vol. 21. pp. 1-15.

199. Yoshida, H. Effects of microwave energy on the tocopherols of soybean seeds / H. Yoshida, G. Kajimoto // *J Food Sci*. 2010. Vol. 54, No. 6. pp. 1596–1600.

200. Zheng, G. Retrieving leaf area index (LAI) using remote sensing: theories, methods and sensors / G. Zheng, L. M. Moskal // *Sensors*. 2009. Vol. 9, No. 4. pp. 2719-2745.

201. 于德彬. 密度对分枝型大豆品种主要农艺性状及产量的影响 / 于德彬, 张鸣浩, 孟凡钢, 等 // *安徽农业科学*. 2020. № 48 (24). C. 20-21.

202. 于晓波. 株行距配置对大豆农艺性状和产量的影响 / 于晓波, 梁建秋, 何泽民, 等 // *大豆科学*. 2021. № 4. C. 482—489.

203. 于洪久. 种植密度对大豆光合生理及产量的影响 / 于洪久 // *大豆科学*. 2009. № 28 (06). C. 1115-1118.

204. 于静波. 大豆垄上三行栽培技术总结 / 于静波, 张永坤. // *农民致富之友*. 2019. № 2. C. 33.

205. 何大智. 种植密度对安豆 8 号主要农艺性状、经济性状及产量的影响 / 何大智, 王涛, 卢平, 等 // *大豆科技*. 2023. № 182 (01). C. 21-25.

206. 何景新. 大豆宽窄行栽培技术研究初报 / 何景新, 徐喜国, 宋多义, 等 // *大豆科技*. 2009. № 5. C. 27-29.

207. 冉新月. 株行配置对南疆复播大豆籽粒灌浆特性及产量的影响 / 冉新月, 吴树, 黄兴军, 等 // *山东农业科学*. 2022. № 54 (12). C. 57-62.

208. 刘忠堂. 重迎茬对大豆产量与品质影响的研究 / 刘忠堂, 于龙生. // 大豆科学. 2000. № 19 (3). C. 229-237.
209. 刘忠堂. 美国大豆窄行密植栽培技术的推广与应用 / 刘忠堂, 薛庆喜 // 大豆通报. 2000. № 1. C. 29-30.
210. 刘念析. 不同矮杆大豆品种的耐密性研究 / 刘念析, 董志敏, 厉志, 等 // 农学学报. 2020. № 10 (1). C. 1-6.
211. 刘明霞. 大豆窄行密植高产栽培技术 / 刘明霞 // 农业与技术. 2019. № 39 (18). C. 86-87.
212. 刘玉兰. 播种期对吉林小粒大豆生育进程、产量及品质的影响 / 刘玉兰, 元明浩, 范文忠, 等 // 大豆科学. 2019. № 38 (04). C. 542-547.
213. 刘玉兰. 种植密度对小粒大豆光合生产能力的影晌 / 刘玉兰, 陈殿元, 元明浩, 等 // 大豆科学. 2018. № 37 (04). C. 551-557.
214. 单晓宇. 氮磷钾施用量对小麦旗叶 ^{13}C 同化物分配, 籽粒淀粉积累和肥料利用的影响 / 单晓宇, 魏庆薪, 于振文, 等 // 应用生态学报. 2024. № 3. C. 1-11.
215. 吕丽华. 种植密度对大豆碳氮代谢和氮利用率的影响 / 吕丽华, 陶洪斌, 王璞, 等 // 作物学报. 2008. № 4. C. 718-723.
216. 吕书财. 大豆冠层光合有效辐射、叶面积指数及产量对种植密度的响应 / 吕书财, 徐瑶, 陈国兴, 等 // 江苏农业科学. 2018. № 46 (18). C. 68-72.
217. 吕书财. 密度对大豆冠层光合有效辐射和抗倒伏特性的影响 / 吕书财 // 东北农业大学. 2018.
218. 吕继龙. 我国大豆最佳施肥量和种植密度评价 / 吕继龙, 何萍, 徐新朋, 等 // 中国土壤与肥料. 2020. № 6. C. 174-180.
219. 吴树. 株行配置对南疆复播大豆生长和产量的影响 / 吴树, 冉新月, 黄兴军, 等 // 大豆科学. 2023. № 42 (2). C. 194-203.
220. 周勋波. 株行距配置对夏大豆光利用特性, 干物质积累和产量的影响 / 周勋波, 孙淑娟, 陈雨海, 等 // 油料作物学报. 2008. № 30 (3). C. 322-326.

221. 周欣. 氮磷钾肥配施对冀北地区春大豆生长性状及产量的影响 / 周欣, 王瑞霞, 陈士亮, 等 // 河北农业科学. 2023. № 27 (05). C. 58-64+81.
222. 孔繁武. 大豆小垄密植栽培技术及其增产机理 / 孔繁武, 许文香, 孔晓文 // 作物杂志. 1999. № 5. C. 31.
223. 孙羽. 玉米茬原垄卡种大豆对其生长及产量的影响 / 孙羽, 冯延江, 王麒, 等 // 黑龙江农业科学. 2014. № 3. C. 26-29.
224. 孙贵荒. 大豆叶面积指数消长与产量关系的研究 / 孙贵荒, 刘晓丽, 董丽杰, 等 // 辽宁农业科学. 2003. № 4. C. 13-14.
225. 孟祥勋. 大豆适宜密度条件下群体产量的相对稳定性分析 / 孟祥勋, 王曙明, 李爱萍 // 吉林农业科学. 1992. № 2. C. 10-12.
226. 屈洋. 关中西部大豆产量对气候生态条件的响应 // 屈洋, 王可珍, 刘洋, 等 // 农学学报. 2020. № 10 (4). C. 71.
227. 屈洋. 关中西部播期对大豆农艺特性、产量和品质的影响 / 屈洋, 马雯, 王可珍, 等 // 大豆科学. 2022. № 41 (06). C. 696-702.
228. 崔晓培. 播期与密度对大豆生长发育影响的研究进展 / 崔晓培, 郑金焕, 胡冬梅 // 黑龙江农业科学. 2021. № 9. C. 123-128.
229. 常耀中. 大豆高产规律及栽培技术研究 / 常耀中, 董丽华 // 作物学报. 1982. № 8 (1). C. 41-48.
230. 张代平. 大豆小垄密栽培生产技术规程 / 张代平, 宋晓慧, 吕明, 李春光 // 现代化农业. 2010. № 3. C. 7-10.
231. 张国军. 三江平原东部地区主要大豆栽培模式的产量与效益分析 / 张国军 // 中国农业科学院. 2011.
232. 张德俭. 连作对大豆生长发育动态的影响 / 张德俭, 赵九洲, 孙长艳等 // 大豆科学. 1996. № 4. C. 326-331.
233. 张晓艳. 密度对大豆群体叶面积指数及干物质积累分配的影响 / 张晓艳, 杜吉到, 郑殿峰, 等 // 大豆科学. 2011. № 30 (1). C. 96-100.

234. 张琪. 矮秆耐密植大豆种质资源研究进展及利用现状 / 张琪, 孙如建, 郭荣起, 等 // 北方农业学报. 2022. № 50 (6). C. 43-47.
235. 张瑞朋. 密度及行距对不同大豆品种农艺性状及产量的影响 / 张瑞朋, 付连舜, 佟斌, 等 // 大豆科学. 2015. № 34 (1). C. 52—55.
236. 张秀朵. 大豆窄行密植高产栽培技术推广研讨 / 张秀朵 // 农家参谋. 2020. № 19. C. 108-109.
237. 彭姜龙. 株行距配置对夏大豆光合特性及产量的影响 / 彭姜龙, 张永强, 唐江华, 等 // 大豆科学. 2015. № 5. C. 794-800.
238. 彭姜龙. 品种筛选和株行距配置方式对夏大豆产量形成的影响 / 彭姜龙 // 新疆农业大学. 2015.
239. 徐隽峰. 旱地高产小麦品种籽粒氮含量与产量形成及氮磷钾吸收分配的关系 / 徐隽峰, 张学美, 杨珺, 等 // 中国农业科学. 2023. № 56 (24). C. 4880-4894.
240. 朱保葛. 大豆叶片净光合速率、转化酶活性与粒产量的关系 / 朱保葛, 柏惠侠, 张艳, 等 // 大豆科学. 2000. № 19 (4). C. 346-350.
241. 朱洪德. 栽培措施对高油大豆光合生理及产量的影响 / 朱洪德, 冯丽娟, 于洪久, 等 // 大豆科学. 2008. № 27 (6). C. 966-972.
242. 李国臣. 黄淮南部地区大豆种子质量影响因素分析与对策 / 李国臣, 耿臻, 韩天富 // 中国种业. 2020. № 4. C. 34-36.
243. 李灿东. 大豆耐密性状与产量的相关分析 / 李灿东, 郭泰, 王志新, 等 // 大豆科学. 2019. № 38 (06). C. 862-867.
244. 李灿东. 播期对耐密植大豆品种主要农艺性状及产量的影响 / 李灿东, 郭泰, 王志新, 等 // 中国农学通报. 2016. № 32 (03). C. 39-42.
245. 李瑞东. 增密对不同分枝类型大豆品种同化物积累和产量的影响 / 李瑞东, 尹阳阳, 宋雯雯, 等 // 作物学报. 2022. № 48 (4). C. 942-951.
246. 李瑞东. 增密对少分枝大豆品种光合特性和产量形成的影响 / 李瑞东,

徐彩龙,尹阳阳,等//大豆科学. 2021. № 40 (05). C. 633-642.

247. 李生秀. 窄行密植对大豆群体冠层结构及光分布的影响 / 李生秀, 魏建军, 刘建国, 等 // 新疆农业科学. 2005. № 42 (6). C. 412-414.

248. 李筱雨. 不同种植密度对大豆新品种开豆 46 产量的影响 / 李筱雨, 李相涛, 张冬菊, 等 // 农业科技通讯. 2020. № 9. C. 152-154.

249. 李诚永. 不同播种期和播种密度对鲜食秋大豆产量及农艺性状的影响 / 李诚永, 袁敏良, 李韵, 等 // 分子植物育种. 2022. № 20 (13). C. 4506-4512.

250. 李长红. 行株距对夏大豆干物质积累、光合特性及产量的影响 / 李长红 // 山西农业科学. 2022. № 50 (03). C. 364-370.

251. 李阳. 黑河地区气象因子对大豆品种黑河 4 3 产量构成的影响 / 李阳, 魏然, 韩德志等 // 黑龙江省农业科学. 2022. № 6. C. 22-26.

252. 杜维广. 大豆光合作用与产量关系的研究 / 杜维广, 张桂茹, 满为群, 等 // 大豆科学. 1999. № 2. C. 61-66.

253. 杜长玉. 不同密度对大豆产量和生理指标影响的研究 / 杜长玉, 胡兴国, 何忠仁, 等 // 内蒙古农业科技. 2006. № 2. C. 35-36.

254. 杨世鹏. 种植密度对大豆品种贡秋豆 5 号产量及农艺性状的影响 / 杨世鹏, 向仕华, 胡苓, 杨华伟 // 大豆科技. 2021. № 6. C. 21-25.

255. 杨从党. 作物研究过程中生态场理论的应用 / 杨从党 // 中国生态农业学报. 2002. № 10 (4). C. 70-75.

256. 杨加银. 播期、密度对菜用大豆鲜荚产量及性状的影响 / 杨加银, 徐海风 // 大豆科学. 2006. № 25 (2). C. 185-187, 191.

257. 杨新立. 三角种植几何下重穗型水稻高产性状: 中国杂交水稻新的株型空间格局 / 杨新立, 马建军, 孙建新, 等 // 大田作物研究. 2014. № 168. C. 135-147.

258. 杨福明. 大豆中生物活性成分及其检测技术研究进展 / 杨福明, 冯丽丽, 罗淑年, 等 // 食品安全质量检测学报. 2021. № 12 (03). C. 858-865.

259. 林国强. 窄行穴播大豆群体生理指标及光分布特点 / 林国强, 黄建成, 陈志雄, 等 // 中国油料作物学报. 1998. № 3. C. 56-59.
260. 林文磊. 种植密度对泉豆 13 号生长动态、农艺性状及产量的影响 / 林文磊, 吕美琴, 林威鹏, 等 // 福建农业科技. 2022. № 53 (3). C. 50-56.
261. 满立辉. 无限分枝类型大豆适宜栽培密度筛选试验 / 满立辉, 甘立强, 宋豫红, 等 // 现代化农业. 2005. № 7. C. 9.
262. 王乐政. 不同播期夏大豆的产量、光合特性和气象因子效应研究 / 王乐政, 华方静, 曹鹏鹏, 等 // 中国油料作物学报. 2019. № 41 (05). C. 750-757.
263. 王彦平. 基于分期播种试验的大兴安岭东部大豆丰产优质气候评价方法研究 / 王彦平, 有思, 崔文芳 // 大豆科学. 2023. № 42 (05). C. 595-602.
264. 王柄淇. 中国油脂油料进口依赖性风险分析及进口多元化策略 / 王柄淇, 王永强 // 中国油脂. 2023. № 48 (10). C.100-108.
265. 白玉城. 宽窄行种植模式对大豆生长发育和产量的影响 / 白玉城 // 基层农技推广. 2023. № 11 (9). C. 36-38.
266. 石慧. 大豆在中国的历史变迁及其动因探究 / 石慧, 王思明 // 农业考古. 2019. № 3. C.32-39.
267. 程瑜. 对北方大豆种植技术的研究 / 程瑜 // 农村实用科技信息. 2015. № 250 (10). C.5.
268. 章建新. 密度对高产春大豆生长动态及干物质积累分配的影响 / 章建新, 翟云龙, 薛丽华 // 大豆科学. 2006. № 1. C. 1-5.
269. 胡国华. 大豆规模化的栽培技术 / 胡国华 // 农民科技培训. 2015. № 8. C. 42-44.
270. 董伟萍. 氮磷钾缺失对不同基因型大豆生理及产量的影响 / 董伟萍, 饶德民, 孟凡钢, 等 // 分子植物育种. 2024. № 3. C. 1-11.
271. 谭春燕. 不同密度间作大豆的光合生理响应 / 谭春燕, 刘作易, 朱星陶, 等 // 贵州农业科学. 2012. № 40 (8). C. 49-52.

272. 郑伟. 种植密度对不同耐密性大豆品种特性的影响 / 郑伟, 谢甫缙, 郭泰, 等 // 大豆科学. 2015. № 34 (02). C. 255-259.
273. 郑伟. 开花期干旱对黑龙江省主栽大豆品种根部性状的影响 / 郑伟, 郭泰, 王志新, 等 // 大豆科学. 2015. № 34 (6). C. 987-992.
274. 郑宝香. 高光效大豆光合速率与主要光合生理指标及农艺性状的关系 / 郑宝香, 满为群, 杜维广等. // 大豆科学. 2008. № 27 (3). C. 397-401.
275. 陆俊杉. 广西大豆窄行密植平播技术研究 / 陆俊杉 // 种子科技. 2018. № 36 (06). C. 46.
276. 陈应志. 浅谈中国大豆品种改良与更新换代百年史 / 陈应志, 武婷婷, 白岩, 等 // 大豆科技. 2022. № 1. C. 1-5.
277. 陈立君. 不同播期对大豆东农 42 产质量性状动态变化规律研究 / 陈立君 // 中国农学通报. 2009. № 25 (03). C. 122-127.
278. 韩利萍. 养分调控与栽培模式对大豆干物质积累及产量的影响 / 韩利萍, 孙磊, 田静儂, 等 // 大豆科学. 2016. № 35 (4). C. 593-598.
279. 韩德贤. 密度对半矮秆大豆合农 60 产量及构成因素的影响 / 韩德贤, 盖志佳, 刘婧琦, 等 // 中国种业. 2014. № 2. C. 51-52.
280. 韩秉进. 黑龙江省中部地区大豆主栽品种有效株行距解析 / 韩秉进, 金剑, 中嶋博 // 大豆科学. 2007. № 26 (3). C. 327-331.
281. 韩秉进. 作物有效土壤营养面积研究 / 韩秉进, 陈渊, 孟凯, 赵殿臣 // 土壤学报. 2003. № 5. C. 711-716.
282. 韩立德. 大豆营养成分研究现状 / 韩立德, 盖钧镒, 张文明 // 种子, 2003. № 5. C. 57-59.
283. 韩雪. 种植密度对不同大豆品种产量性状的影响 / 韩雪, 杨金剑, 齐照明 // Hans Journal of Agricultural Sciences. 2021. № 11. C. 417.
284. 高聚林. 大豆群体对氮、磷、钾的平衡吸收关系的研究 / 高聚林, 刘克礼, 李惠智, 等 // 大豆科学. 2004. № 2. C. 106-110.

285. 黄兴军. 播期和密度对南疆春大豆光合特性及产量的影响 / 黄兴军, 冉新月, 吴树, 等 // 大豆科学. 2022. № 41 (05). С. 546-556.
286. 齐思远. 宽窄行种植模式对大豆生长发育和产量的影响 / 齐思远, 王福林, 兰佳伟 // 大豆科学. 2022. № 41 (05). С. 557-563.
287. 魏然. 平作条件下不同种植密度对不同株型大豆品种农艺性状及产量的影响 / 魏然, 李阳, Селихова О А, 等 // 大豆科技. 2024. № 4. С. 7-13.
288. 丁树启. 大豆品种改良过程中光合特性及产量性状对种植密度的响应 / 丁树启, 程彤, 饶德民, 等 // 中国油料作物学报. 2024. № 46 (05). С. 1058-1067.
289. 赵丝雨. 低温和荫蔽双重胁迫对大豆光合特性的影响 / 赵丝雨, 王思宇, 王文艳, 等 // 西南大学学报(自然科学版). 2024. № 46 (08). С. 22-30.
290. 何亮. 气候变化背景下东北大豆种植区气候适宜性变化 / 何亮, 毛留喜 // 中国生态农业学报. 2023. № 31 (05). С. 690-69.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Метеорологические условия за период вегетации, (метеостанция г. Благовещенска)

Месяц	Температура воздуха, °С			Осадки, мм		
	средне- месячная	средне- многолетняя	отклоне- ние от нормы	за месяц	средне- многолетние	отклоне- ние от нормы, %
2017 год						
Май	14,18	11,3	2,04	50	44	4,24
Июнь	18,99	17,7	0,91	91,2	79	8,63
Июль	22,37	20,3	1,46	88,9	114	17,75
Август	19,73	17,9	1,29	120,1	116	2,90
Сентябрь	13,91	10,9	2,13	122	61	43,13
Октябрь	1,8	0,8	0,71	38,3	24	10,11
2018 год						
Май	14,5	11,3	2,26	35,2	44	6,22
Июнь	17,9	17,7	0,14	124,8	79	32,39
Июль	22,3	20,3	1,41	238,2	114	87,82
Август	20,1	17,9	1,56	48,6	116	47,66
Сентябрь	13,5	10,9	1,84	54,7	61	4,45
Октябрь	6,3	0,8	3,89	27,6	24	2,55
2019 год						
Май	12,3	11,3	0,71	69,1	44	17,75
Июнь	18,2	17,7	0,35	63,8	79	10,75
Июль	21,3	20,3	0,71	207,3	114	65,97
Август	18,9	17,9	0,71	89,7	116	18,60
Сентябрь	13,5	10,9	1,84	31,7	61	20,72
Октябрь	3,9	0,8	2,19	30,2	24	4,38

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Средняя суммарная солнечная радиация в Амурской области

Год	Единицы измерения	Месяц											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2017	МДж/м ²	75,33	120,4	193,75	209,4	283,34	282,3	311,86	225,99	176,7	124	72	60,76
	кДж/см ²	7,53	12,04	19,38	20,94	28,33	28,23	31,19	22,60	17,67	12,40	7,20	6,08
2018	МДж/м ²	75,02	120,4	207,7	264,6	304,73	260,1	292,33	261,33	188,4	123,07	75,9	57,97
	кДж/см ²	7,50	12,04	20,77	26,46	30,47	26,01	29,23	26,13	18,84	12,31	7,59	5,80
2019	МДж/м ²	74,4	117,6	202,12	236,1	260,4	315	242,42	215,14	187,8	125,24	78,3	59,83
	кДж/см ²	7,44	11,76	20,21	23,61	26,04	31,50	24,24	21,51	18,78	12,52	7,83	5,98

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Даты наступления фаз развития у сортов сои в годы исследований

Год	Дата наступления фаз вегетации сортов сои						Продолжительность вегетации, дней
	всходы	третий тройчатый лист	цветение	образование бобов	налив бобов	полная спелость	
2017	09.06	10.07	20.07	31.07	30.08	23.09	107
2018	07.06	11.07	26.07	10.08	27.08	21.09	107
2019	30.05	01.07	12.07	05.08	19.08	11.09	104

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Влияние способа посева и нормы высева на площадь листьев сортов сои, тыс. м²/га
(среднее за 2017-2019 гг.)

Ширина междурядья, см	Норма высева, тыс. шт./га	Фазы развития растений			
		третий тройчатый лист	цветение	бобообразование	налив семян
Сорт Лидия					
15 (контроль)	250	3,46±1,10	17,71±7,63	26,43±6,33	20,48±5,55
	400 (контроль)	5,47±1,30	19,25±7,37	33,03±2,91	23,45±5,37
	550	6,29±1,88	23,39±9,62	32,41±1,21	24,27±2,29
	700	7,28±2,68	25,37±9,75	37,97±6,79	28,53±2,03
	850	8,44±2,83	27,63±9,86	37,92±4,16	34,78±1,09
30	250	3,18±0,95	16,93±4,43	24,49±3,82	15,97±3,21
	400 (контроль)	4,74±1,38	18,26±4,35	27,07±5,47	18,73±1,69
	550	5,73±1,78	21,09±7,27	27,21±3,67	19,52±2,26
	700	6,65±2,43	23,41±5,34	33,18±3,33	26,72±6,25
	850	7,84±2,70	26,34±5,45	33,5±3,74	30,63±4,89
45	250	2,81±0,84	13,08±5,2	23,12±3,92	16,25±3,04
	400 (контроль)	3,78±1,31	15,59±4,32	22,76±3,79	17,65±1,72
	550	4,93±1,53	19,57±4,87	24,82±3,2	20,52±4,59
	700	5,98±1,84	21,62±5,25	29,04±3,77	23,7±4,39
	850	6,57±2,03	22,4±5,83	29,03±3,46	26,16±1,86
60	250	2,44±0,58	12,45±3,77	17,72±2,32	12,44±2,58
	400 (контроль)	3,41±1,04	17,42±1,35	20,16±1,82	16,88±2,94
	550	4,48±2,23	18,78±1,7	22,35±1,84	19,05±1,15
	700	5,09±2,02	20,15±1,81	28,44±0,66	22,09±1,71
	850	5,80±2,24	22,13±2,26	28,3±1,54	24,62±1,52
Сорт Персона					
15 (контроль)	250	3,32±1,13	11,60±6,10	23,05±3,98	17,65±3,60
	400 (контроль)	4,20±1,89	15,23±6,28	25,24±3,88	19,59±4,93
	550	5,60±3,68	15,71±8,68	30,24±5,01	23,30±5,27
	700	6,38±3,94	19,20±5,89	29,26±5,24	24,79±4,61
	850	7,13±4,16	23,77±6,25	32,65±7,19	26,28±4,43
30	250	2,80±0,56	11,77±1,93	21,54±3,43	16,01±4,47
	400 (контроль)	4,10±1,24	14,03±2,26	23,8±3,92	18,35±2,62
	550	5,42±2,51	18,83±1,57	26,40±5,39	21,53±4,48
	700	6,67±3,24	19,74±8,88	28,83±5,15	23,07±3,39
	850	7,11±2,52	24,02±7,89	30,11±5,87	23,76±4,22
45	250	2,21±0,94	10,54±4,75	19,67±2,84	14,53±3,36
	400 (контроль)	3,95±0,79	14,57±7,24	22,09±3,78	16,93±3,34
	550	5,04±2,46	16,40±6,41	25,86±5,08	19,21±3,95
	700	6,22±2,77	18,12±6,2	25,69±3,66	21,62±4,28
	850	6,59±3,04	18,81±8,02	27,11±5,4	21,32±2,16

60	250	2,07±0,71	8,52±2,06	18,34±2,4	12,50±3,02
	400 (контроль)	2,78±0,81	15,09±2,4	21,12±1,45	15,14±2,52
	550	4,42±1,50	17,18±2,71	21,65±2,65	17,61±3,6
	700	5,71±2,46	17,05±3,82	22,89±3,35	20,09±4,41
	850	6,26±3,08	17,21±1,93	24,64±2,49	21,61±3,46
Сорт Умка					
15 (контроль)	250	5,16±2,11	15,75±1,99	28,33±3,14	22,4±4,09
	400 (контроль)	7,00±0,37	20,03±1,78	31,58±5,10	24,42±3,54
	550	8,77±1,56	23,72±3,7	33,98±6,05	24,96±2,55
	700	8,69±1,75	24,49±3,09	33,93±5,49	27,14±3,77
	850	11,51±1,39	27,46±4,18	36,24±4,73	29,51±2,54
30	250	4,32±1,51	18,17±2,04	23,91±4,28	20,31±3,88
	400 (контроль)	6,06±0,75	20,07±2,27	30,71±6,71	23,11±5,36
	550	7,65±1,41	21,48±6,50	30,46±4,50	24,74±3,58
	700	9,33±1,43	26,04±5,25	35,38±6,06	29,03±5,81
	850	10,17±1,18	25,69±4,5	35,16±5,29	29,61±5,53
45	250	4,22±1,48	15,5±8,09	24,86±3,82	19,33±4,13
	400 (контроль)	6,71±1,55	19,41±8,09	25,83±3,23	21,55±5,34
	550	7,35±1,23	22,87±6,21	27,35±2,69	19,99±0,41
	700	8,32±0,77	23,27±4,13	33,7±6,77	22,94±3,27
	850	9,29±1,11	26,89±5,34	32,06±3,56	25,45±1,7
60	250	4,24±1,18	14,14±3,68	20,5±4,63	17,15±2,33
	400 (контроль)	5,63±2,18	17,37±2,48	25,42±4,5	19,78±4,4
	550	6,87±1,19	19,36±2,19	24,86±1,63	21,3±3,47
	700	8,01±1,6	23,15±3,21	27,72±0,68	23,57±3,64
	850	8,82±0,5	24,26±3,68	29,77±3,83	24,19±3,65

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Фотосинтетический потенциал сои в период вегетации при разных способах посева и нормах высева семян, тыс. м² сут/га (среднее за 2017-2019 гг.)

Ширина междурядья, см	Норма высева, тыс. шт./га	Фазы развития растений				За весь период
		третий тройчатый лист	цветение	бобообразование	налив бобов	
Сорт Лидия						
15 (контроль)	250	62±24	121±35	369±198	513±326	1067±365
	400 (контроль)	90±18	140±27	435±199	596±341	1263±322
	550	103±27	168±42	471±238	585±283	1329±290
	700	120±41	186±48	537±295	688±351	1532±421
	850	139±43	206±46	557±302	747±354	1651±387
30	250	52±14	116±18	346±162	428±253	944±230
	400 (контроль)	78±20	134±20	386±210	473±244	1072±266
	550	94±26	153±30	410±223	482±243	1141±297
	700	109±36	173±19	472±210	630±360	1386±337
	850	129±41	198±21	500±225	672±370	1500±338
45	250	46±12	90±20	302±150	416±243	854±254
	400 (контроль)	62±20	111±16	329±187	403±148	906±209
	550	81±23	141±18	374±186	476±270	1073±269
	700	98±27	159±16	425±206	552±307	1236±305
	850	108±30	167±17	430±206	566±266	1273±281
60	250	40±8	85±9	252±121	316±176	694±174
	400 (контроль)	56±15	123±19	315±138	388±209	883±138
	550	73±35	137±22	346±157	426±203	983±160
	700	84±31	148±13	400±146	518±234	1152±136
	850	95±34	163±9	418±169	543±249	1222±184
X ср. ± ΔX ср.		86±27	146±32	404±78	521±111	1158±247
V, %		32,08	22,45	19,51	21,35	21,34
Сорт Персона						
15 (контроль)	250	55±18	84±30	296±178	425±236	861±266
	400 (контроль)	69±30	111±33	348±207	466±255	996±291
	550	92±60	124±64	398±241	565±335	1181±337
	700	105±64	150±50	417±240	565±316	1239±320
	850	118±67	178±37	478±260	617±352	1392±400
30	250	46±9	87±21	284±146	392±221	809±177
	400 (контроль)	68±21	107±16	315±138	432±212	924±165
	550	90±41	143±24	381±188	501±283	1117±240
	700	110±52	153±60	424±271	540±292	1229±346
	850	118±40	181±49	467±278	563±314	1330±343
45	250	36±14	73±26	263±164	349±170	723±209
	400 (контроль)	65±11	108±40	326±225	399±195	900±245
	550	83±39	122±36	360±207	474±276	1040±322

	700	103±44	141±40	377±218	493±268	1114±293
	850	109±49	146±50	398±250	500±256	1154±335
60	250	34±10	61±6	226±112	320±172	642±170
	400 (контроль)	46±13	105±12	306±148	366±154	824±139
	550	73±24	126±14	327±157	407±213	934±194
	700	95±40	132±15	330±141	453±264	1011±232
	850	103±50	138±27	355±173	477±238	1075±204
X ср. ± ΔX ср.		81±27	123±32	354±65	465±80	1025±200
V, %		33,73	26,05	18,43	17,21	19,54
Сорт Умка						
15 (контроль)	250	85±33	123±15	363±138	533±297	1105±248
	400 (контроль)	116±3	161±29	434±205	579±301	1292±231
	550	145±20	190±12	484±229	601±279	1421±277
	700	144±27	195±18	491±236	621±281	1452±271
	850	191±17	229±17	531±236	674±320	1627±271
30	250	71±22	131±7	349±152	462±261	1015±249
	400 (контроль)	100±9	154±20	422±186	555±297	1233±278
	550	126±18	168±21	440±234	565±271	1301±308
	700	154±19	206±8	511±235	674±381	1547±361
	850	168±13	210±14	505±219	678±376	1563±323
45	250	69±21	110±38	341±191	465±268	986±326
	400 (контроль)	111±22	148±30	379±198	498±286	1138±325
	550	121±17	174±11	418±189	487±231	1202±223
	700	138±11	185±13	474±218	583±293	1382±278
	850	154±12	211±13	497±246	582±243	1446±238
60	250	70±16	106±7	289±144	390±207	856±235
	400 (контроль)	92±32	133±3	359±174	472±263	1058±274
	550	114±16	154±15	370±163	478±243	1117±181
	700	133±24	183±22	428±196	529±256	1274±186
	850	146±8	195±17	451±203	559±289	1352±231
X ср. ± ΔX ср.		122±34	168±35	427±67	549±78	1268±209
V, %		27,72	21,04	15,76	14,30	16,51

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Чистая продуктивность фотосинтеза сои в период вегетации при разных способах посева
и нормах высева семян, г/м² в сутки (среднее за 2017-2019 гг.)

Ширина междурядья, см	Норма высева, тыс. шт./га	Фаза развития растений				За весь период
		третий тройчатый лист	цветение	бобообра- зование	налив бобов	
Сорт Лидия						
15 (контроль)	250	2,5±0,7	2,8±1,3	2,4±0,5	3,5±1,8	2,9±0,6
	400 (контроль)	2,9±0,4	2,4±0,8	2,2±0,2	3,9±1,8	3,0±0,8
	550	2,9±0,2	3,1±1,0	2,8±0,6	4,2±2,2	3,2±0,6
	700	3,0±0,2	3,1±1,8	3,0±0,8	3,4±2,5	2,9±0,3
	850	2,8±0,2	3,1±2,1	3,7±1,4	3,2±2,2	3,0±0,2
30	250	2,6±0,6	2,6±0,9	2,2±0,2	3,7±2,1	2,9±0,8
	400 (контроль)	2,8±0,9	2,9±0,9	2,0±0,2	4,3±1,9	3,2±0,7
	550	3,0±0,3	3,0±1,5	2,3±0,5	4,6±3,3	3,3±0,9
	700	3,0±0,3	2,9±1,4	2,7±0,3	3,6±2,2	3,1±0,4
	850	3,1±0,5	2,7±1,4	3,2±0,8	3,4±2,4	3,1±0,3
45	250	2,7±0,7	2,6±0,2	2,4±0,6	3,3±1,8	2,8±0,6
	400 (контроль)	3,1±0,7	2,8±0,8	2,6±0,6	4,1±0,9	3,4±0,5
	550	2,9±0,6	2,8±0,6	2,6±0,6	4,6±1,6	3,5±0,5
	700	2,9±0,3	2,9±1,0	2,7±0,4	3,9±1,7	3,2±0,4
	850	2,9±0,1	3,0±1,2	3,8±1,0	3,2±1,9	3,2±0,4
60	250	3,3±1,7	1,6±0,3	2,4±0,6	3,0±1,8	2,6±0,6
	400 (контроль)	3,4±1,4	2,4±0,7	2,5±0,7	3,8±0,9	2,9±0,4
	550	3,9±2,3	2,1±0,3	2,9±0,5	4,2±1,0	3,2±0,5
	700	3,9±2,3	2,3±0,1	2,5±0,0	3,5±1,3	2,9±0,6
	850	3,5±1,3	2,6±0,3	3,1±0,8	3,0±1,7	3,0±0,5
X ср. ± ΔX ср.		3,1±0.3	2,7±0.3	2.,7±0.4	3,7±0.5	3,1±0.2
V, %		12,02	14,27	17,68	13,17	6,85
Сорт Персона						
15 (контроль)	250	2,3±0,5	2,5±1,3	1,8±0,4	4,2±2,4	2,8±0,2
	400 (контроль)	2,8±1,0	2,8±0,7	2,3±0,8	4,1±2,8	2,9±0,3
	550	3,0±1,3	2,9±1,4	2,6±1,0	4,5±3,7	3,0±0,4
	700	3,1±1,1	3,3±1,7	2,3±0,7	4,5±3,3	3,1±0,5
	850	3,0±1,3	3,2±1,1	2,0±0,3	4,1±2,7	2,9±0,3
30	250	2,2±0,4	2,2±0,6	1,5±0,1	4,3±2,3	2,7±0,5
	400 (контроль)	2,4±0,7	2,3±0,3	1,9±0,1	4,5±2,2	3,1±0,8
	550	2,7±0,8	2,6±1,0	1,5±0,1	5,1±3,3	3,1±0,7
	700	2,3±0,9	3,1±1,4	2,0±0,7	4,5±3,3	2,9±0,5
	850	2,5±0,3	2,9±1,2	1,8±0,2	4,3±2,8	2,9±0,5
45	250	2,9±0,8	1,9±1,0	1,6±0,3	4,6±2,3	3,0±0,3
	400 (контроль)	2,2±0,8	1,8±0,5	1,7±0,3	5,1±2,9	3,1±0,6
	550	2,7±1,0	1,7±0,5	1,8±0,6	5,6±3,5	3,2±0,5

	700	2,3±0,7	2,7±1,1	2,0±0,6	4,8±3,1	3,1±0,6
	850	2,5±0,7	3,5±1,5	2,2±0,6	4,2±2,9	3,0±0,4
60	250	2,6±0,9	2,1±1,2	1,6±0,2	3,1±0,9	2,5±0,4
	400 (контроль)	2,8±0,4	1,6±0,4	1,5±0,4	3,7±1,4	2,5±0,5
	550	2,5±0,8	1,6±0,2	1,6±0,1	4,7±2,3	2,9±0,7
	700	2,6±0,8	2,1±0,9	1,8±0,5	4,2±2,4	2,8±0,6
	850	2,7±0,9	2,8±1,3	2,1±0,4	3,6±1,9	2,8±0,4
X ср. ± ΔX ср.		2,6±0,2	2,5±0,5	1,9±0,3	4,4±0,5	2,9±0,1
V, %		10,01	23,48	15,46	12,41	6,51
Сорт Умка						
15 (контроль)	250	2,7±0,7	2,6±0,9	2,1±0,2	3,4±1,1	2,8±0,5
	400 (контроль)	2,4±0,3	2,7±0,9	2,1±0,2	3,9±2,0	2,9±0,6
	550	2,7±0,8	2,3±0,1	2,2±0,3	4,7±1,8	3,2±0,4
	700	3,2±1,0	2,6±0,4	2,3±0,2	4,3±1,6	3,2±0,3
	850	2,9±0,7	2,3±0,4	2,3±0,1	4,2±1,6	3,1±0,4
30	250	2,7±1,7	2,1±0,5	2,1±0,1	4,0±1,7	2,9±0,5
	400 (контроль)	2,4±0,5	2,6±0,4	1,9±0,1	3,7±1,1	2,8±0,5
	550	2,3±0,4	2,4±0,4	2,3±0,5	4,6±2,5	3,1±0,5
	700	2,4±0,5	2,0±0,2	2,2±0,2	3,8±1,9	2,8±0,4
	850	2,8±0,6	2,2±0,2	2,2±0,2	4,1±1,8	3,0±0,5
45	250	2,3±1,4	2,1±1,1	1,9±0,1	4,0±2,2	2,8±0,6
	400 (контроль)	1,9±0,8	1,6±0,4	2,3±0,2	4,3±1,8	2,9±0,6
	550	2,2±0,7	1,9±0,51	2,1±0,1	5,7±2,9	3,4±0,8
	700	2,5±0,6	2,2±0,2	1,8±0,2	4,9±1,6	3,1±0,4
	850	2,8±0,7	2,0±0,2	2,0±0,2	4,3±1,6	3,0±0,6
60	250	1,8±0,9	1,7±0,6	2,1±0,2	3,9±1,9	2,8±0,5
	400 (контроль)	2,1±1,3	1,9±0,5	1,9±0,1	4,0±1,6	2,8±0,4
	550	2,0±0,7	2,1±0,4	2,2±0,4	4,4±1,8	3,0±0,6
	700	2,4±1,1	1,9±0,5	2,0±0,5	3,9±1,7	2,8±0,6
	850	2,4±0,7	2,2±0,1	1,9±0,4	3,7±1,3	2,8±0,6
X ср. ± ΔX ср.		2,4±0,3	2,2±0,3	2,1±0,1	4,2±0,5	3,0±0,1
V, %		14,24	14,13	7,18	11,91	6,02

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Влияние гидротермического режима на урожайность, показатели фотосинтетической деятельности в период роста и развития растений сои

Показатель	Периоды развития растений сои, дни				
	Всходы-третий тройчатый лист	Третий тройчатый лист-цветение	Цветение-бобообразование	Бобообразование-налив семян	Налив семян-техническая спелость
Сорт Лилия					
Урожайность, т/га	-0,817	-0,812	0,528	0,170	0,354
Максимальная S листьев, тыс. м ² /га	-0,343	-0,403	0,108	0,246	0,317
Накопление сухого вещества, кг/га	-0,659	-0,774	0,206	0,473	0,609
ФП, тыс. м ² сут/га	-0,594	-0,649	0,277	0,288	0,416
ЧПФ, г/м ² в сутки	-0,628	-0,792	0,095	0,605	0,729
Сорт Персона					
Урожайность, т/га	-0,327	-0,370	0,128	0,196	0,265
Максимальная S листьев, тыс. м ² /га	-0,613	-0,623	0,373	0,164	0,301
Накопление сухого вещества, кг/га	-0,778	-0,789	0,474	0,207	0,380
ФП, тыс. м ² сут/га	-0,706	-0,700	0,461	0,140	0,299
ЧПФ, г/м ² в сутки	-0,791	-0,841	0,411	0,319	0,491
Сорт Умка					
Урожайность, т/га	-0,543	-0,552	0,330	0,150	0,267
Максимальная S листьев, тыс. м ² /га	-0,567	-0,594	0,313	0,200	0,326
Накопление сухого вещества, кг/га	-0,748	-0,833	0,321	0,406	0,565
ФП, тыс. м ² сут/га	-0,640	-0,709	0,281	0,337	0,473
ЧПФ, г/м ² в сутки	-0,819	-0,898	0,374	0,409	0,584

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Продуктивность фотосинтетического потенциала сои в период вегетации при разных способах посева и нормах высева семян, г/м² в сутки (среднее за 2017-2019 гг.)

Ширина междурядья, см	Норма высева, тыс. шт./га	Показатель			
		Масса семян с растения, г	Сухая масса, кг/га	Количество бобов, шт.	Количество семян, шт.
Сорт Лидия					
15 (контроль)	250	2,0±0,4	2,9±0,6	14,0±2,7	6,1±1,1
	400 (контроль)	2,3±0,6	3,0±0,8	16,4±4,3	7,7±2,1
	550	2,5±0,5	3,2±0,6	17,6±3,3	7,6±1,6
	700	2,3±0,4	2,9±0,3	16,5±3,2	7,2±1,7
	850	2,3±0,4	3,0±0,2	16,1±2,6	6,9±1,0
30	250	2,4±0,4	2,9±0,8	17,3±3,1	7,3±1,3
	400 (контроль)	3,0±0,4	3,2±0,7	21,5±2,3	9,7±1,3
	550	3,2±0,2	3,3±0,9	23,1±0,8	10,2±0,5
	700	3,0±0,4	3,1±0,4	21,1±3,1	9,0±1,2
	850	2,9±0,4	3,1±0,3	20,5±3,2	8,3±1,5
45	250	2,9±0,4	2,8±0,6	19,8±2,7	8,5±1,6
	400 (контроль)	3,7±0,6	3,4±0,5	26,4±3,9	11,9±2,2
	550	3,7±0,2	3,5±0,5	25,7±1,6	11,4±1,1
	700	3,6±0,4	3,2±0,4	25,5±3,1	10,6±1,0
	850	3,7±0,7	3,2±0,4	25,9±4,7	10,7±2,4
60	250	3,3±0,6	2,6±0,6	23,7±4,2	10,3±2,1
	400 (контроль)	3,7±0,9	2,9±0,4	26,5±6,8	12,0±2,9
	550	3,8±0,5	3,2±0,5	27,3±3,8	11,9±1,9
	700	3,8±0,9	2,9±0,6	27,0±7,2	11,4±2,9
	850	3,8±0,9	3,0±0,5	26,7±7,5	10,7±3,0
X ср. ± ΔX ср.		3,1±0,6	3,1±0,2	21,9±4,4	9,5±1,9
V, %		19,77	6,85	20,06	19,90
Сорт Персона					
15 (контроль)	250	2,5±0,5	2,8±0,2	23,6±5,0	9,8±1,7
	400 (контроль)	3,1±0,5	2,9±0,3	30,8±6,0	13,3±2,1
	550	3,2±0,7	3,0±0,4	31,1±6,6	13,8±2,8
	700	3,6±0,7	3,1±0,5	34,7±7,8	15,3±3,8
	850	3,5±0,4	2,9±0,3	34,0±5,0	14,1±2,1
30	250	2,6±0,2	2,7±0,5	25,7±2,3	11,0±0,9
	400 (контроль)	3,5±0,2	3,1±0,8	34,1±2,1	14,4±0,3
	550	3,5±0,5	3,1±0,7	34,8±5,6	15,1±1,9

	700	3,8±0,8	2,9±0,5	37,9±8,7	16,5±3,9
	850	3,8±0,3	2,9±0,5	37,0±4,0	16,4±1,7
45	250	3,1±0,5	3,0±0,3	30,2±5,3	13,4±2,6
	400 (контроль)	3,7±0,6	3,1±0,6	36,4±5,9	15,8±2,4
	550	4,1±1,0	3,2±0,5	40,5±11,3	17,4±4,0
	700	4,3±0,9	3,1±0,6	43,0±9,4	18,7±3,5
	850	4,7±0,8	3,1±0,4	45,6±7,6	20,8±3,9
60	250	3,3±0,4	2,5±0,4	32,9±5,5	14,1±2,2
	400 (контроль)	3,6±0,2	2,5±0,5	35,6±1,5	16,0±0,4
	550	4,2±0,5	2,9±0,7	40,3±4,9	18,0±1,8
	700	4,5±0,7	2,8±0,6	44,4±7,5	19,8±3,0
	850	4,7±0,3	2,8±0,4	46,3±3,6	20,6±2,1
X ср. ± ΔX ср.		3,7±0,6	2,9±0,1	36,0±6,1	15,8±2,9
V, %		16,81	6,51	17,17	18,50
Сорт Умка					
15 (контроль)	250	2,2±0,4	2,8±0,5	12,8±2,3	5,6±0,7
	400 (контроль)	2,7±0,1	2,9±0,6	15,7±0,8	7,4±0,5
	550	3,0±0,1	3,2±0,4	17,6±0,5	7,9±0,5
	700	3,1±0,3	3,2±0,3	18,0±1,4	7,9±1,0
	850	2,9±0,7	3,1±0,4	16,6±3,1	7,5±1,5
30	250	2,6±0,3	2,9±0,5	14,9±2,2	6,7±1,0
	400 (контроль)	3,1±0,2	2,8±0,5	17,9±1,7	8,3±0,9
	550	3,6±0,1	3,1±0,5	21,2±2,0	9,6±1,2
	700	3,3±0,3	2,8±0,4	19,2±1,2	8,5±0,3
	850	3,5±0,7	3,0±0,5	20,5±2,8	9,0±1,3
45	250	2,8±0,7	2,8±0,6	16,5±4,7	7,5±2,1
	400 (контроль)	3,6±0,5	2,9±0,6	20,8±4,1	9,5±1,7
	550	4,3±0,0	3,4±0,8	24,7±1,6	11,2±0,8
	700	4,1±0,1	3,1±0,4	23,8±1,1	10,6±0,2
	850	4,2±0,6	3,0±0,6	24,3±2,5	10,6±1,0
60	250	3,0±0,4	2,8±0,5	17,7±3,0	7,9±1,3
	400 (контроль)	3,6±0,5	2,8±0,4	21,0±3,8	9,5±1,2
	550	4,4±0,1	3,0±0,6	25,5±1,6	11,4±0,4
	700	4,5±0,1	2,8±0,6	26,3±1,3	11,8±0,9
	850	4,4±0,6	2,8±0,6	25,1±1,9	11,1±0,8
X ср. ± ΔX ср.		3,5±0,6	3,0±0,2	20,0±3,9	9,0±1,7
V, %		19,64	6,02	19,70	19,14

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

Влияние способа посева и нормы высева на накопление сухой массы растений сортами
сои, кг/га (среднее за 2017-2019 гг.)

Ширина междурядья, см	Норма высева, тыс. шт./га	Фазы развития растений			
		третий тройчатый лист	цветение	бобообра- зование	налив бобов
Сорт Лидия					
15 (контроль)	250	149±24	468±27	1346±444	3326±1706
	400 (контроль)	261±37	596±62	1541±434	3993±1992
	550	302±58	813±93	2043±308	4491±1683
	700	364±103	892±142	2361±189	4630±1674
	850	398±124	991±178	2826±151,	5146±1532
30	250	135±33	435±69	1230±400	2926±1398
	400 (контроль)	208±80	592±84	1412±470	3563±1559
	550	286±57	727±152	1686±376	4004±1866
	700	326±83	812±147	2090±309	4391±1549
	850	394±87	927±166	2465±235	4815±1605
45	250	120 ±27	355±56	1073±354	2572±1266
	400 (контроль)	190±49	508±130	1367±432	3121±917
	550	235±49	628±112	1639±483	3930±1480
	700	284±57	748±125	1879±385	4091±1469
	850	319±78	821±127	2341±158	4203±1395
60	250	134±75	272±65	854±85	1903±879
	400 (контроль)	187±89	485±121	1222±170	2671±771
	550	251±139	539±139	1494±283	3249±927
	700	309±198	657±163	1665±238	3503±1191
	850	334±163	765±158	2006±154	3729±1242
X ср. ± ΔX ср.		259±87	652±197	1727±514	3713±821
V, %		33,48	30,23	29,79	22,14
Сорт Персона					
15 (контроль)	250	124±8	314±34	815±165	2478±914
	400 (контроль)	177±7	478±33	1186±115	3001±1118
	550	237±50	551±47	1415±92	3715±1506
	700	287±48	727±42	1612±265	4019±1562
	850	300±15	854±106	1810±387	4200±1517
30	250	104±10	294±36	732±158	2320±865
	400 (контроль)	160±42	412±69	1026±180	3027±1202
	550	223±49	582±84	1172±180	3631±1495
	700	232±17	652±48	1417±226	3771±1522
	850	294±53	798±74	1638±352	3982±1547
45	250	101±12	233±34	650±188	2234±851
	400 (контроль)	145±27	337±89	847±258	2875±1190
	550	198±10	397±20	988±198	3519±1534

	700	226±22	580±62	1301±249	3605±1478
	850	254±26	723±68	1530±249	3638±1419
60	250	82±14	208±63	580±175	1662±686
	400 (контроль)	126±13	300±70	751±153	2134±724
	550	170±10	373±41	902±239	2851±1181
	700	233±21	508±73	1110±219	3020±1227
	850	255±40	628±64	1384±300	3134±1019
X ср. ± ΔX ср.		196±67	497±192	1143±360	3141±707
V, %		34,40	38,69	31,52	22,53
Сорт Умка					
15 (контроль)	250	222±73	550±147	1351±256	3217±1232
	400 (контроль)	284±36	713±45	1578±233	3896±1477
	550	382±63	828±60	1854±318	4680±1448
	700	450±97	967±122	2143±528	4836±1371
	850	552±97	1076±138	2318±43	5198±1534
30	250	173±59	458±122	1224±257	3091±1239
	400 (контроль)	242±31	652±20	1486±420	3650±1411
	550	295±14	709±78	1675±346	4266±1613
	700	377±45	807±48	1978±509	4516±1571
	850	468±64	947±68	2087±512	4878±1640
45	250	147±45	356±102	1012±240	2953±1481
	400 (контроль)	199±49	431±94	1296±311	3536±1683
	550	261±49	608±84	1504±380	4223±1632
	700	341±78	763±91	1681±460	4474±1452
	850	440±67	862±118	1883±457	4472±1503
60	250	121±30	309±94	896±115	2492±1113
	400 (контроль)	168±42	427±117	1132±270	3078±1247
	550	219±53	548±123	1367±299	3489±1274
	700	305±88	660±180	1561±387	3670±1319
	850	361±109	793±145	1736±481	3899±1404
X ср. ± ΔX ср.		300±118	673±212	1588±383	3926±742
V, %		39,53	31,58	24,16	18,92

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

Озерненность бобов сои сорта Лидия при различных способах посева и нормах высева, в среднем за 2017–2019 гг.

Ширина междурядий, см	Норма высева, тыс. шт./га	Число семян в бобах					
		1-семенные		2-3-семенные		4-семенные	
		штук	%	штук	%	штук	%
15 (контроль)	250	2	9	24	91	0	0
	400 (контроль)	3	10	22	90	0	0
	550	2	9	16	87	1	4
	700	2	10	15	90	0	0
	850	1	9	12	91	0	0
30	250	2	6	25	90	1	4
	400 (контроль)	3	10	24	90	0	0
	550	2	10	19	90	0	0
	700	1	8	16	88	1	4
	850	1	4	13	91	1	4
45	250	3	8	27	92	0	0
	400 (контроль)	4	13	24	87	0	0
	550	2	8	20	92	0	0
	700	1	6	17	94	0	0
	850	1	6	15	94	0	0
60	250	2	8	26	92	0	0
	400 (контроль)	3	10	24	90	0	0
	550	2	11	19	89	0	0
	700	2	11	17	89	0	0
	850	1	4	14	92	1	4
НСР05, т/га фактор А		1,28		3,35		0,23	
НСР05, т/га фактор Б		1,53		3,99		0,27	
НСР05, т/га фактор АБ		4,06		10,61		0,72	

ПРИЛОЖЕНИЕ 11

Озерненность бобов сои сорта Персона при различных способах посева и нормах высева, в среднем за 2017–2019 гг.

Ширина междурядий, см	Норма высева, тыс. шт./га	Число семян в бобах					
		1-семенные		2-3-семенные		4-семенные	
		штук	%	штук	%	штук	%
15 (контроль)	250	3	11	28	85	2	4
	400 (контроль)	4	11	28	86	1	3
	550	3	9	25	89	1	2
	700	3	10	23	87	1	3
	850	2	10	20	87	1	3
30	250	3	9	31	88	1	3
	400 (контроль)	3	10	29	88	1	2
	550	3	10	27	88	1	2
	700	2	8	25	90	1	2
	850	2	7	23	91	0	2
45	250	4	10	33	88	1	2
	400 (контроль)	3	10	31	88	1	2
	550	3	8	28	90	1	2
	700	3	9	26	89	1	2
	850	3	11	24	87	1	2
60	250	3	10	31	88	1	2
	400 (контроль)	3	9	29	89	1	2
	550	3	9	27	88	1	3
	700	2	9	25	90	0	1
	850	2	10	23	88	1	2
НСР05, т/га фактор А		1,70		4,14		0,48	
НСР05, т/га фактор Б		2,02		4,93		0,81	
НСР05, т/га фактор АБ		5,37		13,08		2,14	

ПРИЛОЖЕНИЕ 12

Озерненность бобов сои сорта Умка при различных способах посева и нормах высева, в среднем за 2017–2019 гг.

Ширина междурядий, см	Норма высева, тыс. шт./га	Число семян в бобах					
		1-семенные		2-3-семенные		4-семенные	
		штук	%	штук	%	штук	%
15 (контроль)	250	2	9	22	91	0	0
	400 (контроль)	2	10	21	90	0	0
	550	2	12	18	88	0	0
	700	2	15	14	85	0	0
	850	2	15	12	85	0	0
30	250	3	10	24	90	0	0
	400 (контроль)	4	15	21	85	0	0
	550	2	10	20	90	0	0
	700	2	12	17	88	0	0
	850	2	12	15	88	0	0
45	250	4	13	24	87	0	0
	400 (контроль)	3	11	23	89	0	0
	550	3	14	21	86	0	0
	700	3	14	18	86	0	0
	850	2	10	16	90	0	0
60	250	3	13	23	87	0	0
	400 (контроль)	5	19	20	81	0	0
	550	3	15	20	85	0	0
	700	2	11	19	89	0	0
	850	3	15	15	85	0	0
НСР05, т/га фактор А		0,90		2,82		0,02	
НСР05, т/га фактор Б		1,08		3,36		0,02	
НСР05, т/га фактор АБ		2,86		8,92		0,06	

ПРИЛОЖЕНИЕ 13

Посевные качества семян сои сорта Лидия в зависимости от способа посева и нормы высева

Междурядье, см	Норма высева, тыс. шт./га	2017, ГТК=1,86			2018, ГТК=2,03			2019, ГТК=1,77		
		Масса 1000 семян, г	Энергия прорас- тания, %	Всхо- жесть, %	Масса 1000 семян, г	Энергия прорас- тания, %	Всхо- жесть, %	Масса 1000 семян, г	Энергия прорас- тания, %	Всхо- жесть, %
15 (к)	250	141	81	97	139	95	98	142	88	98
	400 (к)	141	93	96	137	97	99	141	95	98
	550	139	95	97	136	98	98	138	97	97
	700	137	95	93	136	98	96	137	96	94
	850	137	95	99	135	96	99	137	95	98
30	250	142	81	100	140	94	95	142	88	97
	400 (к)	141	89	97	138	99	97	141	94	97
	550	140	95	98	137	99	99	141	97	98
	700	139	99	100	137	97	99	139	98	99
	850	138	94	100	135	98	100	137	96	100
45	250	143	88	97	141	95	94	143	91	95
	400 (к)	142	95	96	139	93	94	142	94	95
	550	141	91	98	137	97	97	141	94	98
	700	139	93	97	136	95	97	139	94	96
	850	138	95	98	136	97	99	138	96	98
60	250	142	84	97	138	93	97	142	88	97
	400 (к)	140	93	98	137	95	100	139	94	99
	550	138	93	99	136	95	99	138	94	99
	700	137	98	97	135	93	100	138	95	98
	850	137	90	94	135	95	99	136	92	97
Х ср. ± ΔХ ср.		140±1,9	92±5,8	97±1,8	137±1,7	96±1,9	98±1,8	140±2,2	94±2,9	97±1,4
V, %		1,40	5,48	1,88	1,24	2,06	1,93	2	3	1
НСР ₀₅ , т/га фактор А		2,592	5,469	2,476	2,005	3,766	1,974	1,812	3,538	1,714
НСР ₀₅ , т/га фактор Б		3,087	6,514	2,95	2,389	4,486	2,351	2,159	4,215	2,042
НСР ₀₅ , т/га вз АБ		8,196	17,28	7,826	6,342	11,9	6,238	5,731	11,18	5,417

ПРИЛОЖЕНИЕ 14

Посевные качества семян сои сорта Персона в зависимости от способа посева и нормы высева

Междурядье, см	Норма высева, тыс. шт./га	2017, ГТК=1,86			2018, ГТК=2,03			2019, ГТК=1,77		
		Масса 1000 семян, г	Энергия прорас- тания, %	Всхо- жесть, %	Масса 1000 семян, г	Энергия прорас- тания, %	Всхо- жесть, %	Масса 1000 семян, г	Энергия прорас- тания, %	Всхо- жесть, %
15 (к)	250	105	90	99	103	83	96	110	87	98
	400 (к)	103	92	97	102	81	98	110	86	97
	550	102	91	97	101	92	96	107	92	96
	700	101	97	99	101	93	97	106	95	99
	850	100	99	99	100	95	99	105	97	99
30	250	105	92	97	104	94	99	112	93	98
	400 (к)	105	93	96	103	84	97	111	88	97
	550	102	96	99	102	95	98	109	96	98
	700	101	99	99	102	96	98	109	97	98
	850	101	97	99	101	93	97	106	95	98
45	250	107	97	99	104	58	61	114	97	98
	400 (к)	106	91	98	104	83	86	110	87	92
	550	104	92	99	102	91	90	110	91	94
	700	103	99	99	102	63	70	110	99	99
	850	102	100	100	101	86	86	108	93	93
60	250	106	92	96	104	99	100	112	96	98
	400 (к)	104	98	100	102	96	95	109	97	98
	550	103	93	98	103	91	98	108	92	98
	700	102	99	99	100	99	100	108	99	99
	850	102	97	99	100	90	91	107	93	95
X ср. ± ΔX ср.		103±2,0	95±3,3	98±1,2	102±1,3	88±10,9	93±10,3	109±2,2	94±3,9	97±2,1
V, %		1,94	3,49	1,25	1,31	12,35	11,15	2,04	4,23	2,13
HCP ₀₅ , т/га фактор А		2,323	3,095	1,787	1,974	13,1	14,21	3,004	4,646	4,927
HCP ₀₅ , т/га фактор Б		2,767	3,687	2,129	2,352	15,61	16,93	3,578	5,535	5,869
HCP ₀₅ , т/га в3 АБ		7,345	9,782	5,648	6,244	41,41	44,92	9,5	14,68	15,57

ПРИЛОЖЕНИЕ 15

Посевные качества семян сои сорта Умка в зависимости от способа посева и нормы высева

Междурядье, см	Норма высева, тыс. шт./га	2017, ГТК=1,86			2018, ГТК=2,03			2019, ГТК=1,77		
		Масса 1000 семян, г	Энергия прорас- тания, %	Всхо- жесть, %	Масса 1000 семян, г	Энергия прорас- тания, %	Всхо- жесть, %	Масса 1000 семян, г	Энергия прорас- тания, %	Всхо- жесть, %
15 (к)	250	181	77	100	169	91	100	191	84	100
	400 (к)	177	94	97	167	96	100	190	95	98
	550	176	95	97	165	89	100	188	92	99
	700	172	97	97	164	89	100	186	93	99
	850	171	97	99	163	91	100	185	94	99
30	250	182	81	96	172	94	98	193	88	97
	400 (к)	181	79	94	168	95	100	191	87	97
	550	179	95	98	167	94	99	188	95	98
	700	174	99	99	166	97	99	188	98	99
	850	172	91	96	164	93	99	186	92	98
45	250	183	83	99	172	91	100	194	87	99
	400 (к)	181	88	93	169	89	97	191	89	95
	550	179	97	100	168	93	99	189	95	99
	700	178	94	98	168	93	98	188	94	98
	850	173	97	99	166	93	100	187	95	99
60	250	181	78	97	171	94	99	191	86	98
	400 (к)	180	89	99	167	94	100	189	91	100
	550	175	85	95	167	94	99	188	90	97
	700	175	98	97	165	98	100	186	98	99
	850	172	94	99	163	99	100	185	96	99
X ср. ± ΔX ср.		177±3,9	90±7,3	97±1,9	167±2,7	93±2,7	99±0,8	189±2,6	92±4,1	98±1,1
V, %		2,19	8,07	1,90	1,64	2,87	0,81	1,37	4,43	1,15
HCP ₀₅ , т/га фактор А		4,422	6,011	2,289	3,855	4,514	0,946	4,104	4,106	1,337
HCP ₀₅ , т/га фактор Б		5,268	7,161	2,726	4,592	5,377	1,126	4,889	4,891	1,593
HCP ₀₅ , т/га вз АБ		13,98	19	7,233	12,19	14,27	2,989	12,98	12,98	4,226

ПРИЛОЖЕНИЕ 16

Влияние способа посева и нормы высева семян на содержание белка, % (2017-2019 гг.)

Междурядье, см	Норма высева, тыс. шт./га					Средняя	V, %
	250	400 (к)	550	700	850		
Сорт Лидия							
15 (к)	38,24	38,39	38,77	38,29	38,21	38,38	0,59
30	37,76	37,73	37,80	37,72	37,69	37,74	0,11
45	37,95	37,87	37,85	37,87	37,96	37,90	0,14
60	38,65	38,76	38,67	38,76	38,64	38,69	0,15
Средняя	38,15	38,19	38,27	38,16	38,13	×	×
V, %	1,02	1,24	1,35	1,23	1,06	×	×
Сорт Персона							
15 (к)	40,33	40,54	40,72	40,25	39,81	40,33	0,85
30	40,25	40,64	40,37	40,64	40,57	40,49	0,43
45	40,16	40,35	40,30	39,86	39,80	40,09	0,63
60	40,09	39,96	39,29	40,25	39,92	39,90	0,91
Средняя	40,21	40,37	40,17	40,25	40,02	×	×
V, %	0,26	0,74	1,52	0,79	0,92	×	×
Сорт Умка							
15 (к)	38,65	38,82	38,90	38,86	38,96	38,84	0,31
30	38,42	37,86	37,96	37,93	38,12	38,06	0,58
45	38,30	38,95	38,47	37,49	38,20	38,28	1,38
60	37,61	37,98	38,06	38,67	38,75	38,21	1,26
Средняя	38,24	38,40	38,35	38,24	38,51	×	×
V, %	1,16	1,46	1,12	1,67	1,07	×	×

ПРИЛОЖЕНИЕ 17

Влияние способа посева и нормы высева семян на содержание жира, % (2017-2019 гг.)

Междурядье, см	Норма высева, тыс. шт./га					Средняя	V, %
	250	400 (к)	550	700	850		
Сорт Лидия							
15 (к)	16,18	16,10	15,64	16,06	16,15	16,03	1,36
30	16,57	16,53	16,48	16,52	16,54	16,53	0,20
45	16,85	16,95	16,44	16,95	16,85	16,81	1,26
60	16,49	16,55	16,43	16,55	16,51	16,50	0,30
Средняя	16,52	16,53	16,25	16,52	16,51	×	×
V, %	1,68	2,10	2,48	2,19	1,74	×	×
Сорт Персона							
15 (к)	14,43	14,89	14,37	14,64	14,47	14,56	1,44
30	14,57	14,45	14,38	14,71	14,29	14,48	1,15
45	14,66	14,50	14,85	14,85	15,23	14,82	1,83
60	14,97	14,87	14,94	14,49	15,12	14,88	1,57
Средняя	14,66	14,68	14,64	14,67	14,78	×	×
V, %	1,56	1,59	2,07	1,00	3,17	×	×
Сорт Умка							
15 (к)	18,22	18,58	18,32	18,29	18,52	18,39	0,85
30	18,17	18,30	18,19	18,15	18,23	18,21	0,33
45	19,05	19,07	18,89	18,95	18,42	18,87	1,41
60	18,63	18,82	18,91	18,56	18,20	18,62	1,49
Средняя	18,52	18,69	18,58	18,48	18,34	×	×
V, %	2,21	1,75	2,02	1,90	0,84	×	×

ПРИЛОЖЕНИЕ 18

Вынос питательных веществ и коэффициенты их использования растениями сои из почвы (сорт Лидия, 2017-2019 гг.)

Норма высева, тыс. шт./га	Ширина междурядья, см	Содержание элементов, мг/кг			Урожайность, т/га	Вынос питательных веществ, кг/га			Коэффициент использования питательных веществ, %		
		N _{мин}	P ₂ O ₅	K ₂ O		N _{мин}	P ₂ O ₅	K ₂ O	N _{мин}	P ₂ O ₅	K ₂ O
250	15	9,5	97	241	1,09	73	232	579	18,2	116	116
	30	6,7	70	208	1,16	66	169	499	16,5	84	100
	45	7,5	97	248	1,22	68	233	596	17,0	116	119
	60	7,8	67	229	1,16	69	160	549	17,2	80	110
400	15	7,6	91	236	1,47	68	218	566	17,1	109	113
	30	8,8	90	231	1,63	71	216	554	17,8	108	111
	45	6,4	83	234	1,68	65	200	562	16,4	100	112
	60	8,2	73	231	1,63	70	176	554	17,4	88	111
550	15	7,8	70	240	1,65	69	167	577	17,2	83	115
	30	8,1	88	212	1,80	69	212	510	17,4	106	102
	45	9,9	88	232	1,90	74	212	556	18,4	106	111
	60	5,1	61	215	1,81	62	146	517	15,6	73	103
700	15	6,5	72	228	1,75	65	173	547	16,4	87	109
	30	9,1	91	247	2,02	72	218	594	18,0	109	119
	45	8,6	86	245	2,07	71	206	588	17,7	103	118
	60	6,2	68	243	1,96	65	163	582	16,2	82	116
850	15	6,3	72	218	1,62	65	174	523	16,3	87	105
	30	8,7	115	235	1,87	71	276	564	17,7	138	113
	45	8,4	81	235	1,85	70	196	565	17,5	98	113
	60	5,7	65	210	1,83	64	156	505	15,9	78	101

ПРИЛОЖЕНИЕ 19

Вынос питательных веществ и коэффициенты их использования растениями сои из почвы (сорт Персона, 2017-2019 гг.)

Норма высева, тыс. шт./га	Ширина междурядья, см	Содержание элементов, мг/кг			Урожайность, т/га	Вынос питательных веществ, кг/га			Коэффициент использования питательных веществ, %		
		N	P	K		N	P	K	N	P	K
250	15	8,7	68	228	1,03	71	164	548	17,7	82	110
	30	5,6	80	230	1,03	63	193	552	15,8	96	110
	45	7,4	85	236	1,06	68	204	568	16,9	102	114
	60	8,0	61	237	1,03	69	147	569	17,3	74	114
400	15	8,6	67	233	1,46	71	160	560	17,6	80	112
	30	6,8	77	226	1,55	66	185	543	16,6	92	109
	45	6,9	91	235	1,59	67	218	563	16,6	109	113
	60	7,6	68	243	1,46	68	162	584	17,1	81	117
550	15	6,9	72	228	1,75	66	173	548	16,6	86	110
	30	6,3	81	213	1,84	65	195	510	16,3	98	102
	45	8,1	79	214	1,98	70	190	513	17,4	95	103
	60	7,0	68	244	1,85	67	163	585	16,7	82	117
700	15	5,5	76	207	2,03	63	183	497	15,8	92	99
	30	4,7	79	221	2,06	61	190	531	15,3	95	106
	45	7,1	79	254	2,19	67	190	611	16,8	95	122
	60	6,9	68	243	2,05	67	162	583	16,6	81	117
850	15	4,5	71	224	1,91	61	170	538	15,2	85	108
	30	9,3	77	219	1,96	72	185	525	18,1	92	105
	45	6,5	76	240	2,03	66	183	576	16,4	92	115
	60	6,8	72	232	1,97	66	173	557	16,6	86	111

ПРИЛОЖЕНИЕ 20

Вынос питательных веществ и коэффициенты их использования растениями сои из почвы (сорт Умка, 2017-2019 гг.)

Норма высева, тыс. шт./га	Ширина междурядья, см	Содержание элементов, мг/кг			Урожайность, т/га	Вынос питательных веществ, кг/га			Коэффициент использования питательных веществ, %		
		N	P	K		N	P	K	N	P	K
250	15	7,4	78	208	1,19	68	188	500	17,0	94	100
	30	7,7	96	254	1,26	68	231	609	17,1	116	122
	45	7,0	75	216	1,30	67	180	519	16,7	90	104
	60	6,5	76	217	1,24	66	183	521	16,4	92	104
400	15	7,5	75	224	1,74	68	181	537	17,0	90	107
	30	8,8	86	242	1,86	71	206	580	17,8	103	116
	45	6,3	78	218	1,94	65	187	524	16,3	94	105
	60	6,0	78	226	1,84	64	186	541	16,1	93	108
550	15	8,7	83	230	2,10	71	200	552	17,7	100	110
	30	11,3	93	219	2,26	77	223	525	19,3	112	105
	45	5,7	76	219	2,44	64	182	525	15,9	91	105
	60	6,4	67	214	2,38	65	162	514	16,3	81	103
700	15	7,8	75	239	2,06	69	181	573	17,2	90	115
	30	6,7	79	229	2,17	66	190	550	16,5	95	110
	45	6,2	70	214	2,50	65	169	514	16,2	84	103
	60	6,9	74	217	2,57	67	177	521	16,6	88	104
850	15	9,2	77	246	1,92	72	184	591	18,0	92	118
	30	8,5	94	227	2,10	70	226	546	17,6	113	109
	45	5,6	66	220	2,33	63	159	527	15,8	80	105
	60	7,4	76	228	2,32	68	182	547	16,9	91	109

ПРИЛОЖЕНИЕ 21

Содержание элементов питания в основной продукции, % (сорт сои Лидия, 2018-2019 гг.)

Между- рядье, см	Норма высева, тыс. шт./га	Урожайность, т/га	Содержание в семенах			Вынос элементов питания		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
15	250	0,89	5,65	1,37	2,49	5,04	1,22	2,22
	400	1,32	5,64	1,41	2,60	7,44	1,85	3,43
	550	1,54	5,72	1,41	2,56	8,82	2,17	3,95
	700	1,63	5,72	1,37	2,67	9,31	2,23	4,34
	850	1,51	5,42	1,42	2,54	8,19	2,15	3,83
30	250	0,99	5,64	1,47	2,66	5,56	1,45	2,63
	400	1,51	5,66	1,41	2,55	8,54	2,13	3,84
	550	1,68	5,88	1,37	2,53	9,87	2,30	4,25
	700	1,82	5,70	1,45	2,59	10,38	2,63	4,72
	850	1,80	5,74	1,41	2,54	10,35	2,54	4,57
45	250	1,05	5,42	1,35	2,72	5,70	1,42	2,86
	400	1,56	5,12	1,34	2,68	7,96	2,09	4,16
	550	1,75	5,33	1,30	2,65	9,31	2,27	4,62
	700	1,85	5,43	1,34	2,71	10,03	2,48	5,01
	850	1,77	5,34	1,29	2,73	9,44	2,28	4,82
60	250	0,98	5,38	1,35	2,73	5,28	1,32	2,68
	400	1,51	5,42	1,35	2,71	8,19	2,04	4,10
	550	1,64	5,29	1,35	2,76	8,68	2,21	4,52
	700	1,81	5,49	1,35	2,73	9,92	2,44	4,94
	850	1,76	5,38	1,35	2,75	9,45	2,37	4,83

ПРИЛОЖЕНИЕ 22

Содержание элементов питания в основной продукции, % (сорт сои Персона, 2018-2019 гг.)

Между- рядье, см	Норма высева, тыс. шт./га	Урожайность, т/га	Содержание в семенах			Вынос элементов питания		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
15	250	0,96	5,76	1,39	2,63	5,51	1,33	2,52
	400	1,35	5,76	1,37	2,63	7,76	1,85	3,55
	550	1,64	5,76	1,33	2,61	9,43	2,18	4,28
	700	1,97	5,78	1,31	2,65	11,39	2,58	5,22
	850	1,82	5,76	1,34	2,65	10,46	2,44	4,82
30	250	0,97	5,87	1,40	2,68	5,72	1,37	2,61
	400	1,47	5,87	1,32	2,61	8,63	1,94	3,84
	550	1,73	5,87	1,31	2,67	10,16	2,27	4,61
	700	2,02	5,90	1,33	2,68	11,93	2,69	5,41
	850	1,87	5,88	1,44	2,72	11,02	2,70	5,10
45	250	1,00	5,61	1,30	2,67	5,62	1,30	2,67
	400	1,49	5,78	1,34	2,75	8,59	1,99	4,09
	550	1,82	5,75	1,43	2,69	10,44	2,59	4,88
	700	2,14	5,61	1,34	2,74	11,99	2,87	5,86
	850	2,01	5,78	1,44	2,69	11,60	2,88	5,39
60	250	0,97	5,43	1,46	2,74	5,27	1,42	2,65
	400	1,38	5,43	1,29	2,74	7,51	1,79	3,78
	550	1,71	5,40	1,27	2,74	9,23	2,17	4,68
	700	2,00	5,43	1,29	2,77	10,87	2,58	5,55
	850	1,93	5,59	1,43	2,79	10,78	2,75	5,39

ПРИЛОЖЕНИЕ 23

Содержание элементов питания в основной продукции, % (сорт сои Умка, 2018-2019 гг.)

Между- рядье, см	Норма высева, тыс. шт./га	Урожайность, т/га	Содержание в семенах			Вынос элементов питания		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
15	250	1,18	5,70	1,38	2,52	6,70	1,63	2,96
	400	1,69	5,70	1,42	2,63	9,61	2,39	4,44
	550	1,98	5,78	1,42	2,59	11,42	2,81	5,12
	700	1,92	5,78	1,38	2,69	11,09	2,66	5,16
	850	1,76	5,47	1,44	2,56	9,62	2,53	4,51
30	250	1,21	5,70	1,49	2,69	6,89	1,80	3,25
	400	1,77	5,72	1,42	2,57	10,10	2,51	4,54
	550	2,07	5,93	1,38	2,55	12,27	2,86	5,28
	700	2,05	5,76	1,46	2,62	11,81	2,99	5,37
	850	2,01	5,80	1,42	2,56	11,68	2,87	5,16
45	250	1,25	5,47	1,36	2,75	6,86	1,71	3,45
	400	1,85	5,17	1,35	2,70	9,58	2,51	5,01
	550	2,32	5,38	1,31	2,67	12,50	3,05	6,21
	700	2,35	5,48	1,35	2,74	12,87	3,18	6,43
	850	2,17	5,40	1,30	2,75	11,70	2,83	5,97
60	250	1,17	5,43	1,36	2,75	6,35	1,59	3,22
	400	1,79	5,47	1,36	2,74	9,78	2,43	4,90
	550	2,27	5,35	1,36	2,78	12,14	3,09	6,32
	700	2,46	5,55	1,36	2,76	13,67	3,35	6,80
	850	2,19	5,43	1,36	2,77	11,92	2,99	6,09

ПРИЛОЖЕНИЕ 24

Технологическая карта возделывания сорта сои Лидия (ширина междурядий – 45 см, норма высева – 700 тыс. шт./га)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Культура	соя
Сорт	Лидия
Площадь	100 га
Предшественник	зерновые

производство продукции	урожай, ц/га	валовый сбор, ц
Основной.....	20,4	2040
Побочной.....		
Норма высева семян ц/га	1,15	

наименование работ	объем работ				сроки проведения работ		состав агрегата			кол-во чел. для выполн. нормы		норма выработки	копич. нормован в объеме работ	затраты труда на весь объем работ чел.-ч.		тарифная ставка за норму, руб.		тарифный фонд оплаты труда на весь объем работ		доплата за качество и срок	повышенная доплата на уборке	горючее		автотранспорт		прочие прямые затраты, руб	
	единица измерения	в физическом выражении	этапная сменная выработка	в условных этапных га	календар срок начала работ	коп-во рабочих дней	марка трактора, аг.машин, комбайна	с/х. машины		трактористов машинистов	проектишников и рабочих на ручных работах			трактористов машинистов	проектишников и рабочих на ручных работах	трактористов машинистов	проектишников и рабочих на ручных работах	трактористов машинистов	проектишников и рабочих на ручных работах			на единицу, л	всего, т	стоимость всего, руб	кол-во, т/км		стоимость, руб
								с/х. машины	кол-во																		
A	B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
лущение стерни	га	100			незавершенное производство		K-744	KPC-4		1		39,0	2,6	20,5		2680,0		12369,2	0,0	7421,5		7		45500			
дискование стерни	га	100					Buler Versatile 2425 + BDM 8x4			1		57,0	1,8	14,0		2680,0		8463,2	0,0	5077,9		9		58500			
					весенне-полевые работы																			0			
ран-вес боронов	га	100					New Holland T 9040 + VelesBT-26 2			1		120,0	0,8	6,7		1670,0		2505,0	0,0	1503,0		2,1		13650			
сплошн культив	га	100					K-744	KPC-4		1		39,0	2,6	20,5		1840,0		8492,3	0,0	5095,4		7		45500			
погрузка гербицид	т	20						в ручную			1	8,0	2,5	0,0	20		2220,0	0,0	8325,0	4995,0				0			
трансп.воды и герб	т/км	60						автомобиль																0	84	5460	
опрыскивание	га	100					MT3-102	AMAZONE UG 3000		1		82,0	1,2	9,8		1840,0		4039,0	0,0	2423,4		0,82		5330			
обработка семян	т	11,5						ПС-10			1	24,0	0,5	0,0	4		2220,0	0,0	1595,6	957,4				0			245,3
погрузка сем	т	11,5						в ручную			1	8,0	1,4	0,0	11,5		2220,0	0,0	4786,9	2872,1				0			
транспорт-ка семян	т/км	34,5						автомобиль										0,0	0,0	0,0				0	48,3	3139,5	
посев	га	100					NEW Holland + DMC 12			1	3	77,0	1,3	10,4		2680,0	2220,0	6264,9	12974,0	11543,4		7,7		50050			
	га				уход за посевами																		0				
погрузка гербицид	т	20						в ручную			1	8,0	2,5	0,0	20		2000,0	0,0	7500,0	4500,0				0			
трансп.воды и герб	т/км	60						автомобиль																0	84	5460	
опрыскивание	га	100					MT3-102	AMAZONE UG 3000		1		82,0	1,2	9,8		2680,0		5882,9	0,0	3529,8		0,82		5330			
					уборка																		0				
разб пол на загоны	га	4					Амур-Палессе-1218-40			1		27,0	0,1	1,2		2000,0		533,3	0,0	320,0		15,4		4004			
опах полей и загон	га	7					K-744	ПН-8-40		1		13,1	0,5	4,3		2000,0		1923,7	0,0	1154,2		15,2		6916			
прямое камбайнир	га	93					Амур-Палессе-1218-40			1		20,1	4,6	37,0		2680,0		22320,0	0,0	13392,0		16,1		97325			
транспорт урожая	т/км	569,2						автомобиль																967,572	62892,18		
перевозка сорт	т	189,7					ОВП				2	24,0	7,9	0,0	126,48		2220,0	0,0	52647,3	31588,4	36853,1						7841,8
ИТОГО	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	72793,6	87828,8	96373,4	59173,1	х	х	332105	х	76951,68	8087,1

27. Электроэнергия, всего	кВт	руб.
28. Живая тяговая сила, всего	кол-во дней	руб.
29. Семена всего	115 ц	281 руб.
30 всего удобрений	кол-во	руб.
азотные	т	0
фосфорные	т	462000
калийные	ц	
органические	т	
всего	0	462000
31 Амортизация всего	тракторы и с/х машин	947390
32 текущий ремонт	прочие	

33. Ядохимикаты	ц	1057300 руб.
34. Тарифный фонд оплаты труда на весь объем работ		160622,4 руб.
35. Доплаты:		
за продукцию		48186,7 руб.
за качество и срок		96373,4 руб.
за классность		8007,3 руб.
по районному коэффициенту		80311,2 руб.
36. Повышенная оплата на уборке		59173,1 руб.

37. Итого доплат (стр 35+36)	452674,2	руб.
38. Отпуска	18792,8	руб.
39. Доплаты за стаж		руб.
40. Всего прямых затрат с начислениями	471467,0	руб.
41. Всего прямых затрат	335580,9	руб.
внепроизводственные затраты	33558,1	руб.
затраты всего	369119,0	руб.
в том числе на 1 га	36911,4	руб.
на 1 ц	1809,4	руб.

ПРИЛОЖЕНИЕ 25

Технологическая карта возделывания сорта сои Персона (ширина междурядий – 45 см, норма высева – 700 тыс. шт./га)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Культура	соя
Сорт	Персона
Площадь	100 га
Предшественник	зерновые

производство прод-ции	урожай, ц/га	валовый сбор, ц
Основной.....	21,9	2190
Побочной.....		
Норма высева семян ц/га	0,95	

наименование работ	объем работ				сроки проведения работ		состав агрегата			кол-во чел. для выполн. нормы		норма выработки	колич. нормосмен в объеме работ	затраты труда на весь объем работ чел.-ч.		тарифная ставка за норму, руб.		тарифный фонд оплаты труда на весь объем работ		доплата за качеством и срок	повышенная доплата на уборке	горючее		автотранспорт		прочие прямые затраты, руб	
	единица измерения	в физическом выражении	эталонная сменная выработка	в условных эталонных га	календар срок начала работ	кол-во рабочих дней	марка трактора, автомашины, комбайна	с/х. машины		трактористов машинистов	прицепщиков и рабочих на ручных работах			трактористов машинистов	прицепщиков и рабочих на ручных работах	трактористов машинистов	прицепщиков и рабочих на ручных работах	трактористов машинистов	прицепщиков и рабочих на ручных работах			на единицу, л	всего, т	стоимость всего, руб	кол-во, т/км		стоимость, руб
								марка	кол-во																		
A	B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
					незавершенное производство																						
лучшение стерни	га	100					K-744	КПС-4		1		39,0	2,6	20,5		2680,0		12369,2	0,0	7421,5		7		45500			
дискование стерни	га	100					Buler Versatile 2425 + БДМ 8x4			1		57,0	1,8	14,0		2680,0		8463,2	0,0	5077,9		9		58500			
					весенне-полевые работы																						
ран-вес боронов	га	100					New Holland T 9040 + VelesBT-26 2			1		120,0	0,8	6,7		1670,0		2505,0	0,0	1503,0		2,1		13650			
сплошн культив	га	100					K-744	КПС-4		1		39,0	2,6	20,5		1840,0		8492,3	0,0	5095,4		7		45500			
погрузка гербицид	т	20					в ручную				1	8,0	2,5	0,0	20		2220,0	0,0	8325,0	4995,0				0			
трансп воды и герб	т/км	60					автомобиль																	84	5460		
опрыскивание	га	100					MT3-102	AMAZONE UG 3000		1		82,0	1,2	9,8		1840,0		4039,0	0,0	2423,4		0,82		5330			
обработка семян	т	9,5					ПС-10				1	24,0	0,4	0,0	3		2220,0	0,0	1318,1	790,9				0		202,7	
погрузка сем	т	9,5					в ручную				1	8,0	1,2	0,0	9,5		2220,0	0,0	3954,4	2372,6				0			
транспорт-ка семена	т/км	28,5					автомобиль											0,0	0,0	0,0				0	39,9	2593,5	
посев	га	100					NEW HoLLand + DMC 12			1	3	77,0	1,3	10,4		2680,0	2220,0	6264,9	12974,0	11543,4		7,7		50050			
	га				уход за посевами																						
погрузка гербицид	т	20					в ручную				1	8,0	2,5	0,0	20		2000,0	0,0	7500,0	4500,0				0			
трансп воды и герб	т/км	60					автомобиль																	84	5460		
опрыскивание	га	100					MT3-102	AMAZONE UG 3000		1		82,0	1,2	9,8		2680,0		5882,9	0,0	3529,8		0,82		5330			
					Уборка																						
разб пол на загоны	га	4					Амур-Палессе-1218-40			1		27,0	0,1	1,2		2000,0		533,3	0,0	320,0		15,4		4004			
опах полей и загоны	га	7					K-744	ПН-8-40		1		13,1	0,5	4,3		2000,0		1923,7	0,0	1154,2		15,2		6916			
прямое камбайнир	га	93					Амур-Палессе-1218-40			1		20,1	4,6	37,0		2680,0		22320,0	0,0	13392,0		16,1		97325			
транспорт урожая	т/км	611,0					автомобиль																	1038,717	67516,61		
первичное сорт	т	203,7					ОВП				2	24,0	8,5	0,0	135,78		2220,0	0,0	56518,4	33911,1	39562,9					8418,4	
ИТОГО	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	72793,6	90590,0	98030,1	61882,9	х	х	332105	х	81030,11	8621,0

27. Электроэнергия, всего	кВт	руб.
28. Живая тяговая сила, всего	кол-во дней	руб.
29. Семена всего	95 ц	232 руб.
30 всего удобрений	кол-во	руб.
азотные	т	0
фосфорные	т	462000
калийные	ц	
органические	т	
всего	0	462000
31 Амортизация всего	руб	947390
32 текущий ремонт	руб	
прочие	руб	

33. Ядохимикаты	ц	1057300 руб.
34. Тарифный фонд оплаты труда на весь объем работ	руб.	163383,5
35. Доплаты:		
за продукцию	руб.	49015,1
за качество и срок	руб.	98030,1
за классность	руб.	8007,3
по районному коэффициенту	руб.	81691,8
36. Повышенная оплата на уборке	руб.	61882,9

37. Итого доплат (стр.35+36)	руб.	462010,7
38. Отпуска	руб.	19115,9
39. Доплаты за стаж	руб.	
40. Всего оплаты труда с начислениями	руб.	481126,5
41. Всего прямых затрат	руб.	3369804,0
внепроизводственные затраты	руб.	336980,4
затраты всего	руб.	3706784,4
в том числе на 1 га	руб.	37067,8
на 1 ц	руб.	1692,6

ПРИЛОЖЕНИЕ 26

Технологическая карта возделывания сорта сои Умка (ширина междурядий – 45 см, норма высева – 550 тыс. шт./га)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Культура

Сорт

Площадь

Предшественник

соя

Умка

100 га

зерновые

производство прод-ции

Основной.....

Побочной.....

Норма высева семян ц/га

урожай, ц/га

24,4

1,21

валовой сбор, ц

2440

наименование работ	объём работ				сроки проведения работ		состав агрегата			кол-во чел. для выполн. нормы		норма выработки	колич. нормосмены в объёме работ	затраты труда на весь объём работ чел.-ч.		тарифная ставка за норму, руб.		тарифный фонд оплаты труда на весь объём работ		доплата за качество и срок	повышенная доплата на уборке	горючее			автотранспорт		прочие прямые затраты, руб	
	единица измерения	в физическом выражении	эталонная сменная выработка	в условных эталонных га	календар срок начала работ	кол-во рабочих дней	марка трактора, атомашины, комбайна	с/х. машины		трактористов машинистов	прицепщиков и рабочих на ручных работах			трактористов машинистов	прицепщиков и рабочих на ручных работах	трактористов машинистов	прицепщиков и рабочих на ручных работах	трактористов машинистов	прицепщиков и рабочих на ручных работах			на единицу, л	всего, т	стоимость всего, руб	кол-во, т/км	стоимость, руб		
								марка	кол-во																			
A	B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
					незавершённое производство																							
лучшение стерни	га	100					K-744	КПС-4		1		39,0	2,6	20,5		2680,0		12369,2	0,0	7421,5		7		45500				
дискование стерни	га	100					Buler Versatile 2425 + БДМ 8х4			1		57,0	1,8	14,0		2680,0		8463,2	0,0	5077,9		9		58500				
					весенне-полевые работы																							
ран-вес боронов	га	100					New Holland T 9040 + VelesBT-26 2			1		120,0	0,8	6,7		1670,0		2505,0	0,0	1503,0		2,1		13650				
сплошн культив	га	100					K-744	КПС-4		1		39,0	2,6	20,5		1840,0		8492,3	0,0	5095,4		7		45500				
погрузка гербицид	т	20					в ручную автомобиль				1	8,0	2,5	0,0	20		2220,0		0,0	8325,0				0				
трансп воды и герб	т/км	60																						0	84	5460		
опрыскивание	га	100					MT3-102 AMAZONE UG 3000			1		82,0	1,2	9,8		1840,0		4039,0	0,0	2423,4		0,82		5330				
обработка семян	т	12,1					ПС-10			1		24,0	0,5	0,0	4		2220,0		0,0	1678,9				0			258,1	
погрузка сем	т	12,1					в ручную автомобиль				1	8,0	1,5	0,0	12,1		2220,0		0,0	5036,6				0				
транспорт-ка семян	т/км	36,3																0,0	0,0	0,0				0				
посев	га	100					NEW HolLand + DMC 12			1	3	77,0	1,3	10,4		2680,0	2220,0	6264,9	12974,0	11543,4		7,7		50050				
	га				уход за посевами																			0				
погрузка гербицид	т	20					в ручную автомобиль				1	8,0	2,5	0,0	20		2000,0		0,0	7500,0				0				
трансп воды и герб	т/км	60																						0				
опрыскивание	га	100					MT3-102 AMAZONE UG 3000			1		82,0	1,2	9,8		2680,0		5882,9	0,0	3529,8		0,82		5330				
					уборка																			0				
разб пол на загоны	га	4					Амур-Палессе-1218-40			1		27,0	0,1	1,2		2000,0		533,3	0,0	320,0				15,4				
опах полей и загон	га	7					K-744	ПН-8-40		1		13,1	0,5	4,3		2000,0		1923,7	0,0	1154,2				15,2				
прямое камбайнир	га	93					Амур-Палессе-1218-40			1		20,1	4,6	37,0		2680,0		22320,0	0,0	13392,0	22320,0	16,1		97325				
транспорт урожая	т/км	680,8					автомобиль																	1157,292	75223,98			
первичное сорт	т	226,9					ОВР				2	24,0	9,5	0,0	151,28		2220,0		0,0	62970,3	37782,2	44079,2					9379,4	
ИТОГО	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	72793,6	98484,8	102767,0	66399,2	х	х	332105	х	89447,28	9637,5	

27. Электроэнергия, всего

кВт

руб.

28. Живая тяговая сила, всего

кол-во дней

руб.

29. Семена всего

121 ц

295 руб.

30 всего удобрений

кол-во

руб.

руб

азотные

т

0

31 Амортизация всего

947390

фосфорные

т

462000

тракторы и с/х машин

калийные

ц

прочие

органические

т

32 текущий ремонт

всего

т

0

462000

прочие

33. Ядохимикаты

ц

1057300

руб.

34. Тарифный фонд оплаты труда на весь объём работ

171278,4

руб.

35. Доплаты:

за продукцию

51383,5

руб.

за качество и срок

102767,0

руб.

за классность

8007,3

руб.

по районному коэффициенту

85639,2

руб.

36. Повышенная оплата на уборке

66399,2

руб.

37. Итого доплат (стр.35+36)

485474,7

руб.

38. Отпуска

20039,6

руб.

39. Доплаты за стаж

руб.

40. Всего оплаты труда с начислениями

505514,3

руб.

41. Всего прямых затрат

340368,8

руб.

внепроизводственные затраты

340368,9

руб.

затраты всего

3744057,6

руб.

в том числе на 1 га

37440,6

руб.

на 1 ц

1534,4

руб.

ПРИЛОЖЕНИЕ 27

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

**результатов научно-исследовательских работы в производство по теме
диссертационной работы «Реакция сортов сои Амурской селекции
на способы посева и норму высева семян»,
выполненной аспирантов Вэй Жань**

Результаты научно-исследовательской работы и рекомендации автора были использованы и внедрены в производство в 2022 году на полях ООО «Красная звезда», Ромненского района Амурской области на всей площади посева – 50 га.

Посев сортов Лидия и Умка произведен в соответствии с рекомендованными рядовым способом с междурядьями 30 см и широкорядным с междурядьями 45 см и нормой высева семян 550 тыс. шт./га и 700 тыс.шт./га. В результате производственной проверки экономически оправдан широкорядный способ посева для сортов Лидия и Умка. Эффективность подтвердила норма высева у сорта Лидия 700 тыс. шт./га, сорта Умка – 550 тыс.шт./га, повышение урожайности отмечено на 0,2 – 0,4 т/га. Рентабельность производства составила 62 % и 61 %.

Проведенная оценка с учетом себестоимости выращивания свидетельствует о преимуществе широкорядного способа посева с междурядьями 45 см у сорта Лидия с нормой высева 700 тыс.шт./га, у сорта Умка с нормой высева 550 тыс.шт./га для повышения зерновой продуктивности. В технологию возделывания сои сорта Умка, в соответствии с рекомендациями автора, внесены корректировки по норме высева: посев проводится с нормой высева семян не более 550 тыс.шт./га. широкорядным способом посева.

Планируем дальнейшее использование данных применительно к сортам характеризующихся подобной архитектоникой куста и периодом вегетации.



Генеральный директор
ООО «Красная звезда»

Л. И. Фетелова