

На правах рукописи



Вэй Жань

ОПТИМИЗАЦИЯ СПОСОБА И НОРМЫ ПОСЕВА СОРТОВ СОИ АМУРСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

Специальность 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Благовещенск – 2025

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Дальневосточный государственный аграрный университет»

Научный руководитель: кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
Селихова Ольга Александровна

Официальные оппоненты:

Белышкина Марина Евгеньевна,
доктор сельскохозяйственных наук, ФГБНУ
«Федеральный научный агронженерный центр
ВИМ», главный научный сотрудник лаборатории
инновационных технологий и оборудования для
переработки продукции растениеводства

Тимошинов Роман Витальевич,
кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ
«Федеральный научный центр агробиотехнологий
Дальнего Востока им. А.К. Чайки», заведующий
отделом земледелия и агрохимии

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Хабаровский Федеральный
исследовательский центр Дальневосточного
отделения Российской академии наук

Защита состоится 07 октября 2025 года в 10 часов на заседании диссертационного совета 35.2.013.02, созданного на базе ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет», по адресу: 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86, корпус 1, ауд. 115. Телефон/факс +7(4262) 99-99-98, e-mail: dis35201302@dalga.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»: www.dalga.ru.

Автореферат разослан _____ 2025 г. и размещен на сайте ВАК Министерства науки и высшего образования РФ: <http://vak.minobrnauki.gov.ru> и на сайте ФГБОУ ВО «Дальневосточный ГАУ»: <http://www.dalga.ru>.

Учёный секретарь
диссертационного совета



Муратов Алексей Александрович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

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. Увеличение посевных площадей сои обосновано ее 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. Амурская область – основной регион в РФ по производству сои. Ее доля в структуре пашни составляла в 2023 и 2024 гг. 75 %. Средняя урожайность в семнадцати соесеющих муниципальных образованиях области по результатам уборочной кампании 2024 г. была 1,54 т/га, при потенциале сортов выше 3–4 т/га. В 2024 г. посевная площадь культуры доведена до 1,4 млн. га. Дальнейший рост производства сои возможен при увеличении посевных площадей и урожайности. Рациональные норма высева и способ посева являются малозатратным агротехническим приемом повышения урожайности сои. Оптимальная площадь питания растений способствует максимальному раскрытию морфологических, производственных и биологических особенностей. Она раскрывает потенциал конкретного сорта. Изучаемые сорта занимают около 20 % посевной площади и делятся на детерминантные, 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.

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 сдерживающая потенциал их продуктивности. Изучение влияния способа и нормы посева на рост, развитие, продуктивность и качество сортов сои, созданных для экологических условий Амурской области, является актуальным.

Степень научной разработанности проблемы. Исследованиями А. А. Бабич, И. Г. Казаченко, Э. Д. Адиньяева, Р. А. Булавинцева, С. И. Головина, В. А. Стебакова, Г. Т. Балакай, Р. Е. Юркова, Л. М. Докучаева, А. Е. Гретченко, Г. П. Чепелева, В. Г. Таранухо, О. А. Клепча, М. В. Толмачева, Т. А. Асеевой, А. П. Ващенко, В. Т. Синеговской, О. В. Щегорец, П. В. Тихончука (1978–2023) и др. доказано, что норма высева и способ посева являются важными элементами сееводства и оказывают прямое влияние на рост и развитие растений сои, урожай и качество семян. Е. Н. Огурцов, Ю. В. Белинский, И. Ш. Шахмедов и др. (2009–2014) установили влияние способа посева и нормы высева на структуру урожайности сои. Ф. Б. Омаровым, Н. Х. Гамидовой, Чжой Суньбо и др. (2015–2019) установлено влияние способа посева и нормы высева на фотосинтетическую деятельность сои. М. Е. Белышкина, Т. П. Кобозева, А. Н. Морозов, Г. М. Дериглазова и др. (2018–2022) выявили влияние способа посева и нормы высева на качество семян сои. В условиях Приамурья исследования по влиянию агротехнических приемов на продуктивность сортов сои проводили: М. В. Толмачев (2009), В. Т. Синеговская (2007, 2013, 2021), Г. П. Чепелева (2020), А. Е. Гретченко (2021) и др. 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, ее 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.

Задачи исследований:

1. Определить оптимальный способ и норму посева в различных агрометеорологических условиях для роста, развития и фотосинтетической деятельности высокурожайных 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.

Исследования по теме диссертации выполнены в соответствии с планом научно-исследовательской работы ФГБОУ ВО Дальневосточного ГАУ по теме «Создание сортов и изучение агробиологических и агротехнологических приемов повышения производственного процесса сельскохозяйственных культур в системах земледелия» (АААА-А20-120051890005-5).

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 сои. Доказана взаимосвязь между урожайностью, ее элементами и ГТК у сортов Лидия, Персона и Умка. Получена потенциальная урожайность сорта Умка – 1,93 т/га, Лидия – 1,67 т/га и Персона – 1,59 т/га при оптимальном способе и норме посева.

Теоретическая и практическая значимость заключается в определении оптимальных способов 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 агротехнологических приемах. 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 исследований. Постановка и проведение исследований выполнены согласно утвержденным 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 государственным стандартам 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 ее определяющие, приемы получения высококачественных семян сортов сои 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.).

Публикации. 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. Она 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 Ольге Александровне Селиховой, а также коллективу факультета агрономии и экологии ФГБОУ ВО «Дальневосточного государственного аграрного университета» за всестороннюю поддержку в проведении исследований и работе над диссертацией.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВА И ТЕОРИИ ПЛОЩАДИ ПИТАНИЯ СОИ

В первой главе проведен анализ отечественной и иностранной литературы, отражающей современное состояние и историю возделывания сои. Обобщены сведения о технологии возделывания сои в стране и за рубежом. Представлены общие сведения о влиянии нормы высева семян и способов посева на рост, развитие, структурные элементы продуктивности, урожай сои и качество ее семян.

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТ, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Во второй главе представлена характеристика объекта исследований, погодные условия в годы проведения исследований и изложены методы проведения исследований в опытах. Исследования проводили в 2017–2019 гг. на опытном поле Дальневосточного государственного аграрного университета (с. Грибское, Благовещенский муниципальный округ).

Почва опытного участка – черноземовидная среднемощная, среднесуглинистая. Агрохимическая характеристика пахотного горизонта (0–20 см) следующая: содержание гумуса – 1,5–1,8 % (очень низкое), реакция среды pH – 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 от низкого до среднего значения – 46–66 мг/кг,

калия повышенное – 134–146 мг/кг. Перед посевом влажность верхних слоев почвы (0–10 см) составила в 2017 г. – 25,6 %, в 2018 г. – 21,2 % и в 2019 г. – 17,8 %.

Метеорологические условия в годы проведения исследований различались между собой как по термическому, так и влажностному режимам, что позволило с высокой степенью достоверности изучить вопросы влияния гидротермического режима периода вегетации сои на рост, развитие и реализацию продуктивных качеств сортов при разных способах посева и норме высева семян.

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 °C). Сумма выпавших осадков превышала многолетние данные на 41 мм. Недостаток влаги отмечен в июле. Сентябрь характеризовался частыми дождями. За период вегетации сои 2017 г. сумма активных температур составила 2 623 °C, сумма осадков – 472,2 мм, ГТК – 1,95. 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 °C. 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 °C. За период вегетации сои в 2018 г. сумма активных температур составила 2 631 °C, сумма осадков – 501,5 мм, ГТК – 2,25.

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 и 2,1 °C соответственно. Недостаток влаги отмечен в июне, августе и сентябре. Избыток был в июле, который характеризовался частыми дождями. За период вегетации сои в 2019 г. сумма активных температур составила 2 417 °C, сумма осадков – 461,6 мм, ГТК – 1,83. Гидротермические условия периода вегетации сои в годы исследований 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.

Объект исследований – сорта селекции ВНИИ сои: Лидия, Персона, Умка (табл. 1).

Таблица 1 – Краткая характеристика исследуемых сортов сои, (Каталог сортов сои, 2021)

Показатели	Сорта		
	Лидия	Персона	Умка
Вегетационный период, дней	96–104	103–109	104–110
Высота растения, см	57–90	61–98	65–98
Высота прикрепления нижнего боба, см	13–18	9–14	13–17
Содержание белка, %	41	41	43
Содержание масла, %	22	19	18
Масса 1 000 семян, г	158–168	110–139	170–198
Потенциальная урожайность, т/га	3,1	3,2	3,8
Тип роста	индетерминантный	детерминантный	полудетерминантный

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 (к) тыс. шт./га;
3. 550 тыс. шт./га;
4. 700 тыс. шт./га;
5. 850 тыс. шт./га.

Фактор С

(способ посева):

1. Рядовой (к) – 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, включающий 60 вариантов. Посевная площадь делянки – 108 м², учетная – 36 м² (3×12 м). Повторность вариантов трехкратная. Размещение опытных делянок последовательное в один ярус. Закладка полевых опытов, наблюдения и учеты

проводились в соответствии с требованиями общепринятых методик группы научных специальностей: 4.1 «Агрономия, лесное и водное хозяйство».

Агротехника в опыте. После уборки предшественника (зерновые культуры) проведено глубокое рыхление, перед посевом – весенне боронование и предпосевная культивация (третья декада мая) на глубину заделки семян 5–6 см с одновременным внесением почвенного гербицида Фронтъер Оптима (д. в. 720,0 г/л диметенамид-П), КЭ. 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 г. – 29 мая, в 2018 г. – 28 мая, в 2019 г. – 23 мая. Норма высеяна и ширина междуурядий согласно схеме опыта. Глубина посева – 4–6 см. После посева семян проведено прикатывание. 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), ВРК. Арама (д. в. 45 г/л Тепралоксидим), КЭ. Норма расхода смеси гербицидов по сои 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.

Опыту сопутствовали следующие наблюдения, учеты и анализы. Температуру почвы в период посева измеряли на глубине 5–7 см ртутными коленчатыми термометрами Савинова. 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 (ионометрический метод, ГОСТ 26951–86), подвижных соединений фосфора P_2O_5 и калия K_2O (по методу А. Т. Кирсанова в модификации ЦИНАО, ГОСТ Р 54650–2011) в аккредитованной лаборатории ФГБУ «САС» Белогорская. Энергию прорастания, лабораторную всхожесть определяли согласно ГОСТ 12038–84. Степень развития проростков сои (силу роста) устанавливали морфофизиологическим методом по степени их развития при проращивании в лабораторных условиях по методу Б. С. Лихачева (1977). 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. Фотосинтетические показатели определяли по методике, изложенной В. Т. Синеговской и др. (2016). Коэффициент использования ФАР растениями ($K_{\text{фар}}$) определяли по методике, сгруппированной Р. С. Масным (2023). Коэффициент водопотребления и продуктивную влагу определяли по методике, изложенной О. В. Щегорец (2015). Действительно возможную урожайность (ДВУ) и потенциальную урожайность (ПУ) определяли по формуле, изложенной В. Н. Абанниковым (2019). Фенологические наблюдения по фазам роста и развития на всех делянках опыта, определение структуры урожая проводили в соответствии с методикой ГСИ (выпуск второй, 1989). Расчетным методом определяли массу 1 000 семян в граммах. Урожайность семян учитывали по бункерному весу до проведения первичной очистки. Данные об урожае с учетной площади переводили на урожайность с 1 га, выражаемую в тоннах, и пересчитывали на стандартную влажность семян 14 %. Содержание белка и жира определяли на инфракрасном анализаторе «Инфраскан 4200» в лаборатории качества растениеводческой продукции факультета агрономии и экологии. Расчет экономической эффективности проводили на основе сопоставления ряда показателей: себестоимость единицы продукции, прибыль и уровень рентабельности (Синеговский М. О., 2015, 2018). Статистическую обработку проводили по методике Б. А. Доспехова (1985) дисперсионным и корреляционным анализом результатов исследований с использованием стандартной компьютерной программы Microsoft Excel и программного пакета SNEDEKOR (Сорокин О. Д., 2012). Оценку результатов производили на 0,05-процентном уровне значимости t - и F -критерия; значения НСР рассчитывали в абсолютных и относительных показателях.

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

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 по Л. И. Сверловой (1980).

Анализ «комплементарности» условий возделывания и биологических особенностей изучаемых сортов сои показал, что в период переувлажнения затягивается рост и развитие растений (рис. 1). 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. 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 42–43 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 8–13 суток, по сравнению с условиями 2017 и 2018 гг.

Реакция сортов сои на длительное увлажнение четко прослеживается при формировании бобов и налива семян. Так, в 2017 г. август и сентябрь характеризовались значительным выпадением осадков (120–122 мм), налив и зрелость 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, составивший 17 и 14 суток, растения ускорили наступление фаз зрелости на 30 и 53 % соответственно. Чем более остро растения в период «бобообразование – налив бобов» испытывают недостаток во влаге, тем быстрее они переходят к созреванию семян.

По результатам исследований выявлено, что в избыточно влажный год межфазный период «всходы – третий тройчатый лист» у сортов сои на 3 суток больше, чем во влажный год. 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 она увеличивается. Это связано с тем, что большое количество осадков снижает температуру. Низкая температура задерживает рост и развитие растений сои. В различные по метеорологическим условиям годы ГТК в отдельные межфазные периоды не отвечает биологическим потребностям растений, что 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.

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.

У исследуемого индетерминантного сорта Лидия установлено увеличение темпов роста с фазы начала цветения и до фазы налива бобов. Сорт Лидия имеет характерную архитектонику куста по типу стебля. Он характеризуется вытянутым, постепенно сужающимся стеблем. Ближе к верхушке междуузлия 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 межурядьями 60 см с нормой высева 250; 400; 550; 700 тыс. шт./га. Все отклонения в пределах ошибки опыта (рис. 2). Высота прикрепления нижних бобов у этого сорта варьировала от 8 до 12 см (рис. 3). 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.

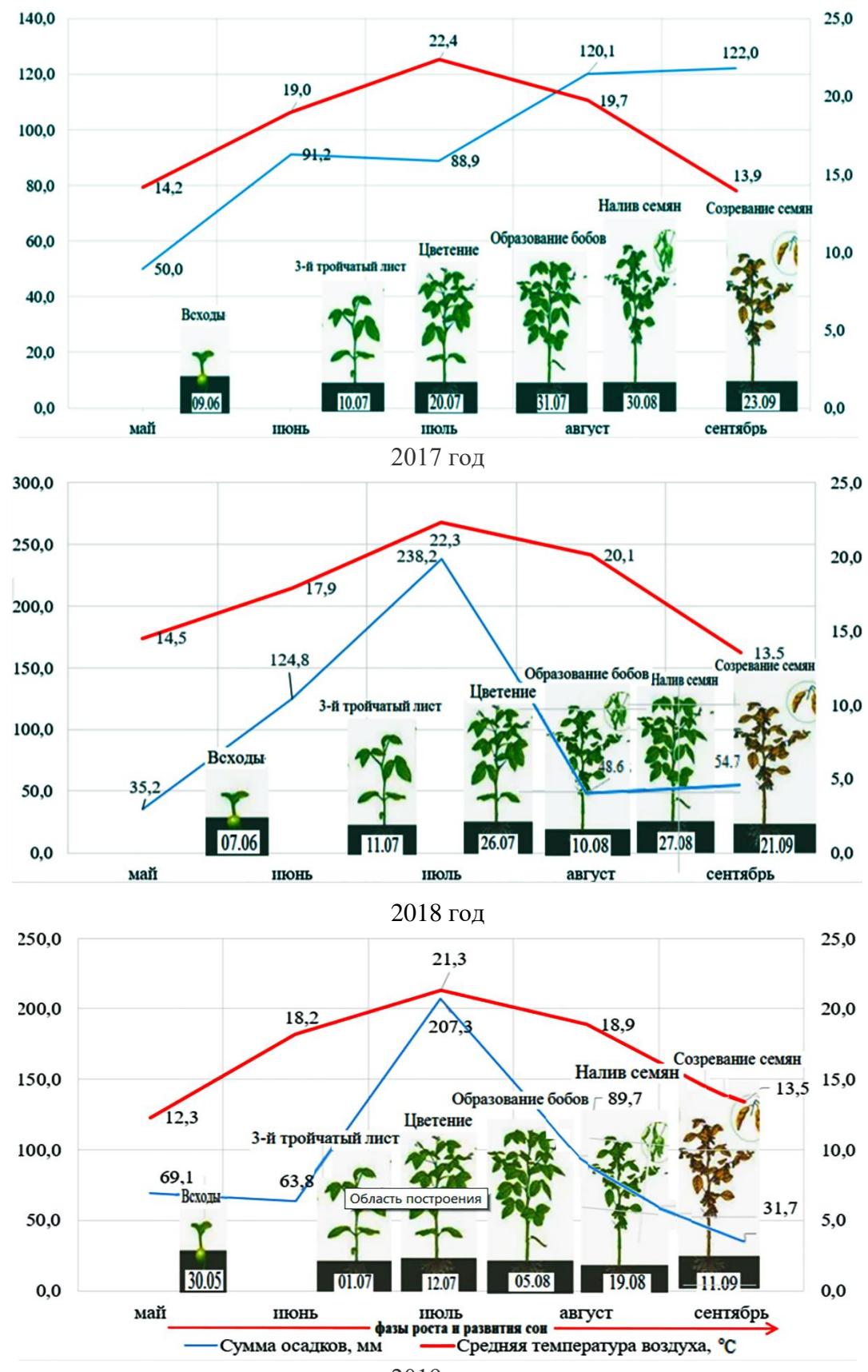


Рисунок 1 – Погодные условия вегетационного периода сортов сои

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).

75

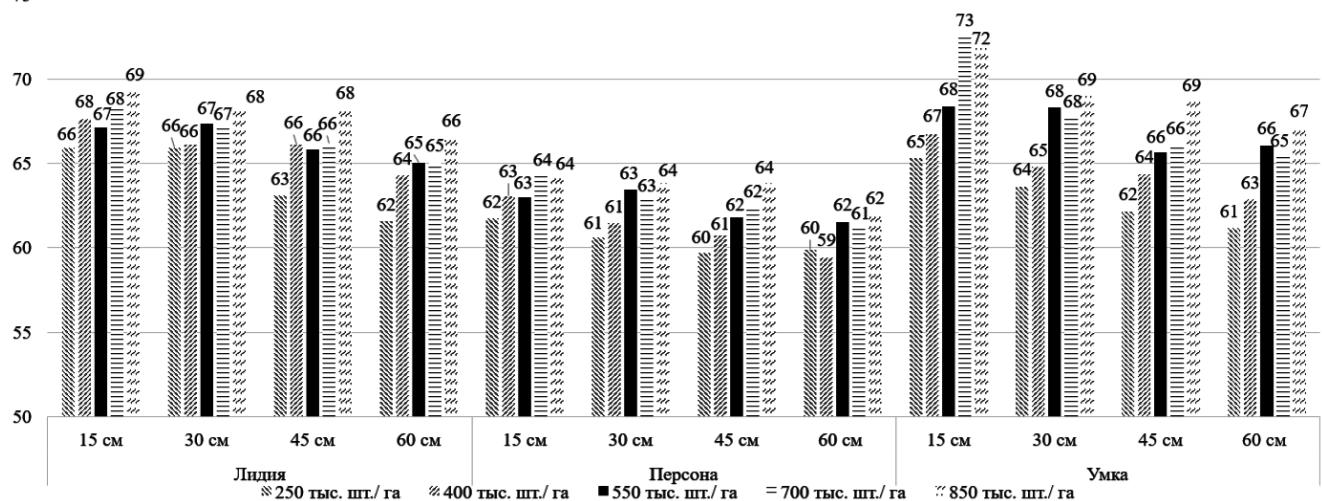


Рисунок 2 – Высота сои в зависимости от способа и нормы посева, см (2017–2019 гг.)

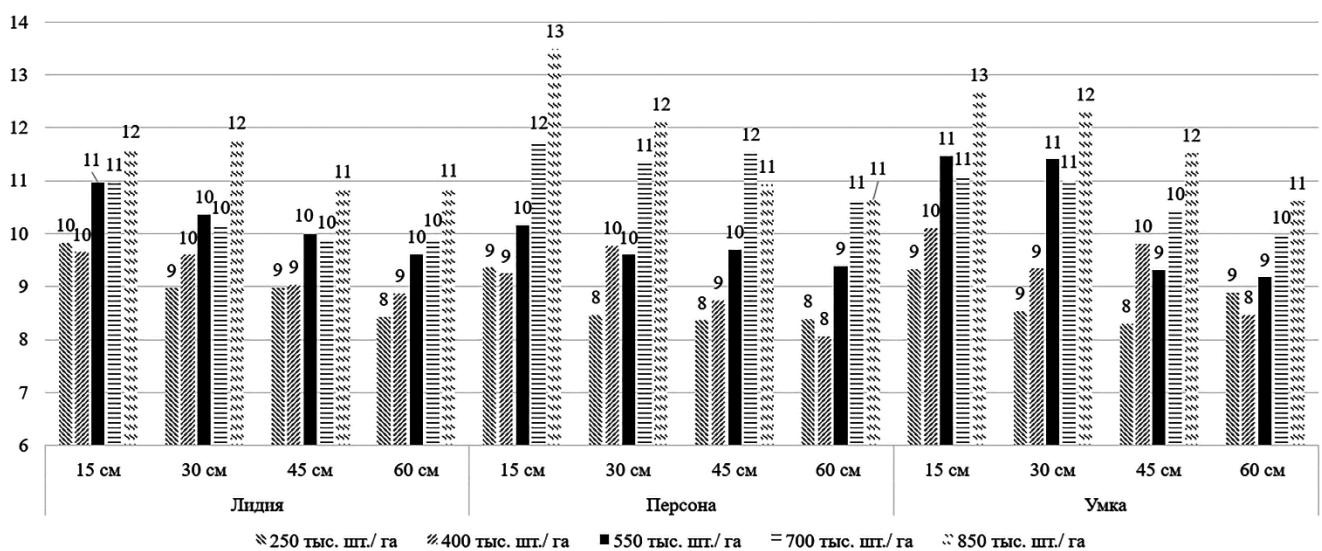


Рисунок 3 – Высота прикрепления нижних бобов сои в зависимости от способа и нормы посева, см (2017–2019 гг.)

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

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, составившей 250 тыс. шт./га, а также 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 обеспечивается формирование 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): коэффициенты корреляции у сорта Лидия составили 0,66 и 0,84; у сорта Персона – 0,72 и 0,86; у сорта Умка – 0,76 и 0,81, соответственно.

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 (рис. 4), росту фотосинтетического потенциала у сортов сои Лидия, Персона, Умка (табл. 2). Чистая продуктивность фотосинтеза у всех сортов в большей степени проявлена при норме высева 550 тыс. шт./га и широкорядном 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 приемы, такие как норма высева 550 и 700 тыс. шт./га с сочетанием ширины междурядья 45 и 30 см. Отмечена индивидуальная реакция сортов сои на изучаемые агротехнические приемы возделывания сои.

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/м² в сутки; при широкорядном посеве с междурядьями 45 см и нормой высева 400 и 550 тыс. шт./га составила 3,7 и 3,8 г/м² в сутки. У сорта Персона при рядовом способе посева с нормой высева 700 тыс. шт./га – 3,6–3,8 г/м² в сутки, при широкорядном способе посева с нормой высева 850 тыс. шт./га – 4,7 г/м² в сутки. У сорта Умка в вариантах с междурядьями 15 см и нормой высева 700 тыс. шт./га, междурядьями 30 см и нормой высева 550 тыс. шт./га, междурядьями 45 см и нормой высева 550 тыс. шт./га, междурядьями 60 см и нормой 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. Максимальную продуктивность фотосинтетического потенциала обеспечивают агротехнические приемы, такие как норма высева 550 и 700 тыс. шт./га с сочетанием ширины междурядья 45 и 30 см.

Положительная сильная парная корреляция установлена между густотой стояния растений и показателями фотосинтетической деятельности сортов сои: максимальной площадью листьев ($r = 0,65–0,73$) и фотосинтетическим потенциалом ($r = 0,78–0,86$). Сильная корреляционная зависимость наблюдается между густотой стояния растений и чистой продуктивностью 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). Такая же зависимость с суммой активных температур и гидротермическим коэффициентом в целом.

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 ($r = 0,61$).

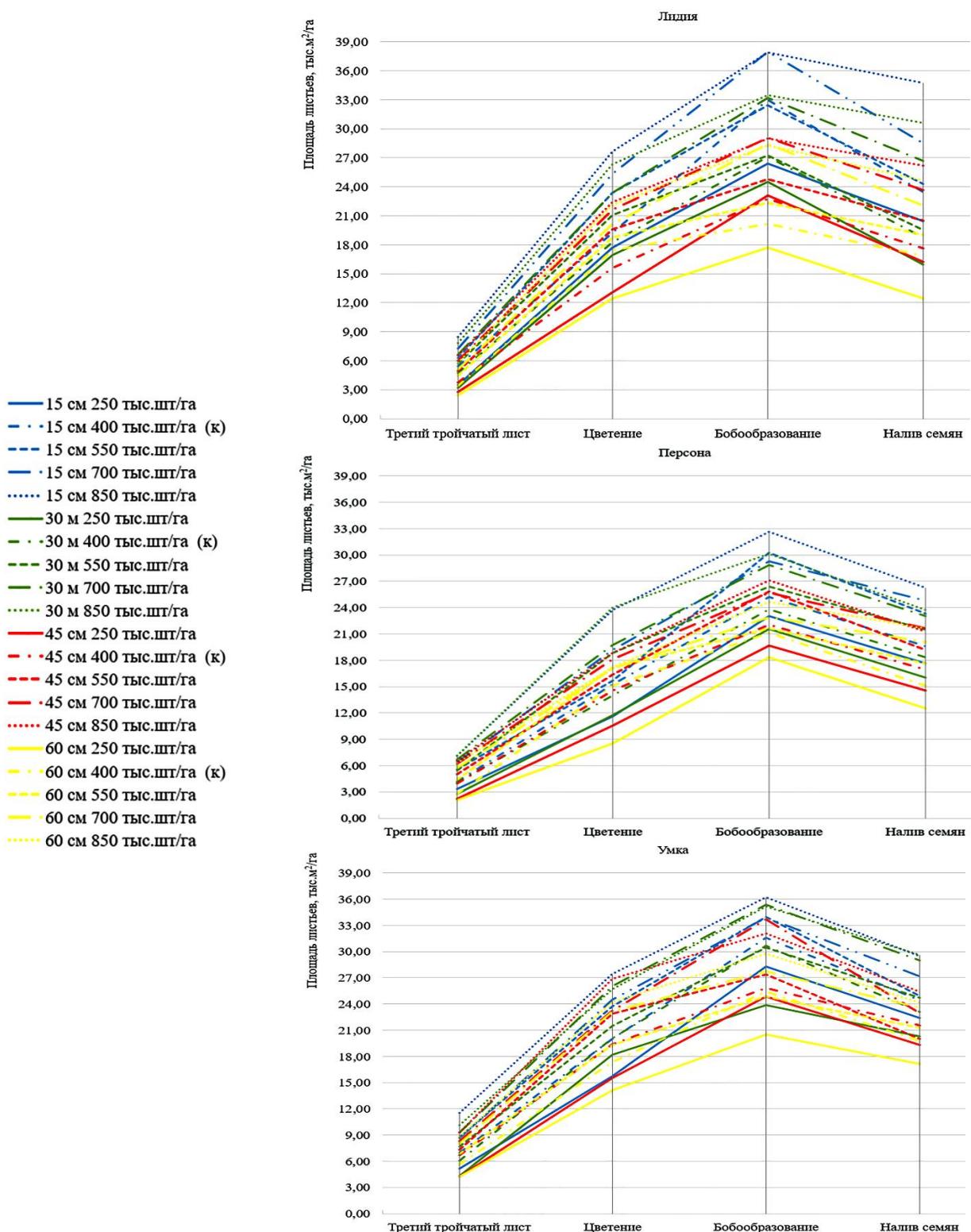


Рисунок 4 – Влияние способа и нормы посева на площадь листовой поверхности сои, тыс. м²/га (2017–2019 гг.)

Наибольший вклад фотосинтетического потенциала в общую и хозяйственную полезную часть урожая изучаемых сортов возможен при включении в технологию возделывания нормы высея 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 ($r = 0,72$).

Таблица 2 – Фотосинтетический потенциал сои за период вегетации при разных способах посева и нормах высева семян, млн. м² сут. /га (2017-2019 гг.)

Ширина междурядья, см	Норма высева, тыс. шт./га	Сорта		
		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
$X_{ср.} \pm \Delta X_{ср.}$		1,2±0,2	1,0±0,2	1,3±0,2
V, %		21,3	19,5	16,5

Таким образом, 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. Отмечена тенденция замедления накопления сухого вещества с увеличением ширины междурядий при всех нормах высева по сравнению с рядовым способом посева. Следовательно, наибольшая продуктивность фотосинтетического потенциала возможна при включении в технологию нормы высева 550 тыс. шт./га: у сорта сои Лидия – 3,2–3,5 г/м² в сутки, у сорта Персона – 2,9–3,2 г/м² в сутки, у сорта Умка – 3,0–3,4 г/м² в сутки при всех изучаемых способах посева.

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

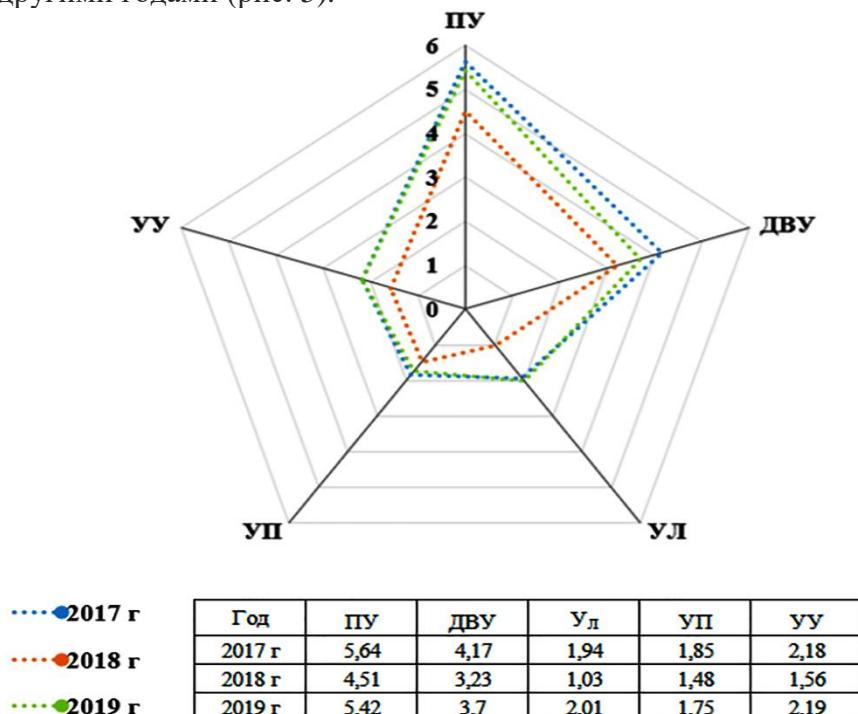
Анализ урожайности сои (2017–2019 гг.) показал, что в 2018 г. урожайность сортов снизилась из-за переувлажнения вегетационного периода, что привело к более высоким значениям коэффициента водопотребления (K_w) по сравнению с 2017 и 2019 гг. Увеличение густоты стояния растений от 200 до 700 тыс. шт./га снижало коэффициент водопотребления, но при превышении 700 тыс. шт./га его значение увеличивалось из-за конкуренции за влагу. Оптимальное управление густотой стояния является ключевым для повышения урожайности и эффективности использования влаги.

Регрессионный анализ показал сильную связь между густотой стояния и K_w , с коэффициентом детерминации – от 0,813 до 0,986. Все три сорта сои демонстрировали, что как низкая, так и чрезмерная плотность посева, снижают эффективность использования воды, в то время как оптимальная густота способствует повышению урожайности.

Коэффициент использования фотосинтетической активной радиации ($K_{\text{ФАР}}$) также зависел от густоты стояния. При увеличении густоты от 200 до 700 тыс. шт./га он повышался, но при превышении этого порога начинал снижаться из-за затенения. У сорта сои Персона в 2017 г. $K_{\text{ФАР}}$ варьировался от 1,03 до 2,09 %; в 2018 г. – от 0,43 до 1,21 %; в 2019 г. – от 0,96 до 2,08 %. У сорта сои Умка в 2017 г. значения $K_{\text{ФАР}}$ составили от 1,08 до 2,51 %; в 2018 г. – от 0,87 до 1,96 %; в 2019 г. – от 1,21 до 2,49 %. Эти данные показывают, что у всех изучаемых сортов сои значение $K_{\text{ФАР}}$ в 2018 г. было ниже, чем в 2017 и 2019 гг., что связано с переувлажнением в период вегетации. Коэффициент детерминации варьировался от 0,694 до 0,966, подтверждая, что неправильная плотность посева негативно сказывается на эффективности использования света.

Корреляционный анализ показал, что высокое использование ФАР положительно влияет на урожайность (коэффициент корреляции – от 0,886 до 0,999), то есть высокая эффективность использования ФАР повышает урожайность, в то время как высокое влагопотребление снижает урожайность (коэффициент корреляции – от минус 0,966 до минус 0,974). Это свидетельствует о сильной отрицательной связи: высокое потребление воды на единицу урожая снижает общую урожайность сортов сои. Таким образом, эффективность использования влаги и солнечной радиации растениями сои является одной из причин, по которой норма высеяния семян и ширина междурядья влияют на урожайность. Значение коэффициента детерминации анализа составило от 0,785 до 0,997, что подтверждает достоверность результатов корреляционного анализа.

Агрометеорологические условия в Амурской области оказали значительное влияние на урожайность. В 2018 г. в период вегетации сои наблюдались условия переувлажнения, что снизило эффективность использования влаги и привело к низкому значению действительно возможного урожая (ДВУ). Избыточные осадки уменьшили количество солнечных дней и снизили уровень солнечной радиации, что негативно сказалось на потенциальном урожае (ПУ) по сравнению с другими годами (рис. 5).



УЛ – фактическая урожайность сорта Лидия; УП – фактическая урожайность сорта Персона; УУ – фактическая урожайность сорта Умка

Рисунок 5 – Уровень действительно возможной (ДВУ), потенциальной (ПУ) и фактической урожайности сортов, т/га (2017–2019 гг.)

В 2017 г. ПУ сои в южной зоне Амурской области превышал ДВУ на 1,47 т/га, что свидетельствует о возможности повышения урожайности при оптимальных климатических условиях и без учета агротехнологических факторов (таких как агротехника, состояние почвы и особенности сорта). В 2018 г. разница составила 1,28 т/га, а в 2019 г. – 1,72 т/га.

Средняя урожайность сорта сои Лидия в 2017 г. была 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 компенсированы за счет выбора сортов, методов посева и норм высева семян в южной зоне Амурской области. В 2018 г. 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 г. у сорта Лидия – 1,69 т/га, у сорта Персона – 1,95 т/га, у сорта Умка – 1,51 т/га. Разница между ПУ и ДВУ указывала на высокий теоретический потенциал урожайности сои в благоприятных условиях.

Урожайность сортов сои была ниже ПУ: в 2017 г. разница составила 1,47 т/га, в 2018 г. – 1,28 т/га, а в 2019 г. – 1,72 т/га. Сорт Умка продемонстрировал наиболее стабильные результаты, близкие к ДВУ, что свидетельствует о его хорошей адаптации к климатическим условиям. У сорта Лидия отмечалась выраженная зависимость от погодных факторов, что привело к существенным колебаниям урожайности.

Фактическая урожайность всех сортов ниже потенциальной, что указывает на возможность повышения урожайности через оптимизацию агротехнических приемов, включая выбор норм высева и методов посева.

Оценка корреляционной зависимости между густотой посева и основными элементами продуктивности (количество узлов, ветвей, бобов и семян на растении) сорта показала сильную отрицательную зависимость, близкую к единице.

Уплотнение посевов за счет увеличения нормы высева и уменьшения ширины междуурядий находит у растений вызвало отрицательный отклик по формированию количества узлов, бобов и семян на растении. Наибольшее количество семян с одного растения получено у всех сортов в вариантах при посеве 250; 400 и 550 тыс. шт./га. Широкорядный способ посева с междуурядьями 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 междуурядьем 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 соответственно.

Оптимальный стеблестой сои сорта Лидия формируется при посеве с нормой высева, составляющей 550 и 700 тыс. шт./га, как при рядовом посеве с междуурядьями 30 см, так и при широкорядном посеве с междуурядьями 45 см (рис. 6).

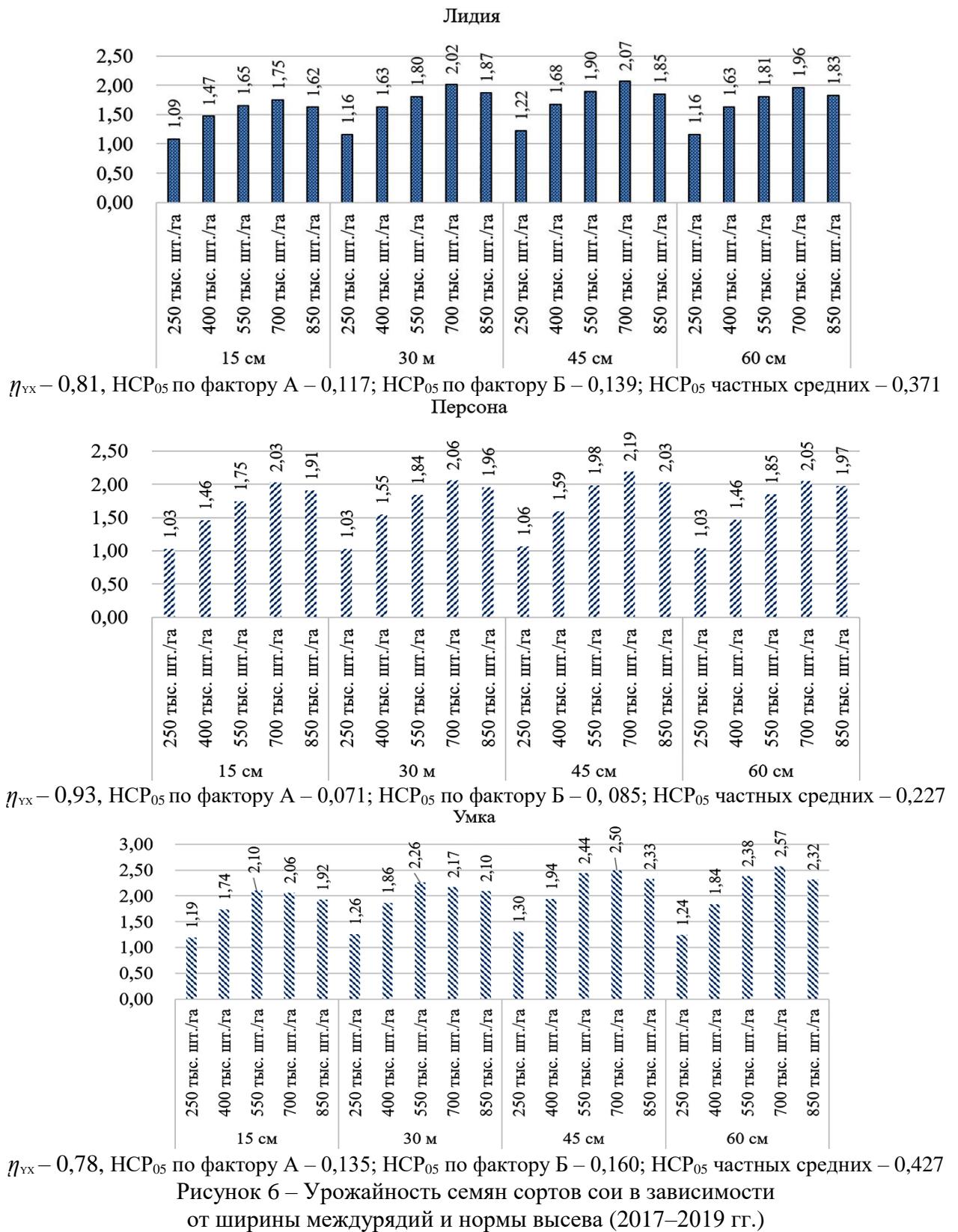
Урожайность сои сорта Персона более 2,0 т/га зафиксирована при норме высева 700 тыс. шт./га как при рядовом способе посева (15 и 30 см), так и при посеве с междуурядьями 30 и 45 см. Оптимальный стеблестой сои сорта Умка формируется при посеве с нормой высева 550; 700 тыс. шт./га при широкорядном способе посева. Исследованиями выявлена значительная степень варьирования урожайности сортов сои от нормы высева. Реакция сорта на способ посева была слабая. Повышение нормы высева и снижение ширины междуурядий приводит к снижению индивидуальной продуктивности с одного растения. Норма высева и способ посева не оказывают влияние на семенную продуктивность растений сои, данный показатель имеет сортовую особенность.

По результатам исследований установлено, что лабораторная всхожесть у изучаемых сортов 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 1 000 семян у всех сортов наблюдается при посеве с нормой высева, составляющей 250 и 400 тыс. шт./га, и широкорядном способе посева с междуурядьями 45 и 60 см; характерна 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.

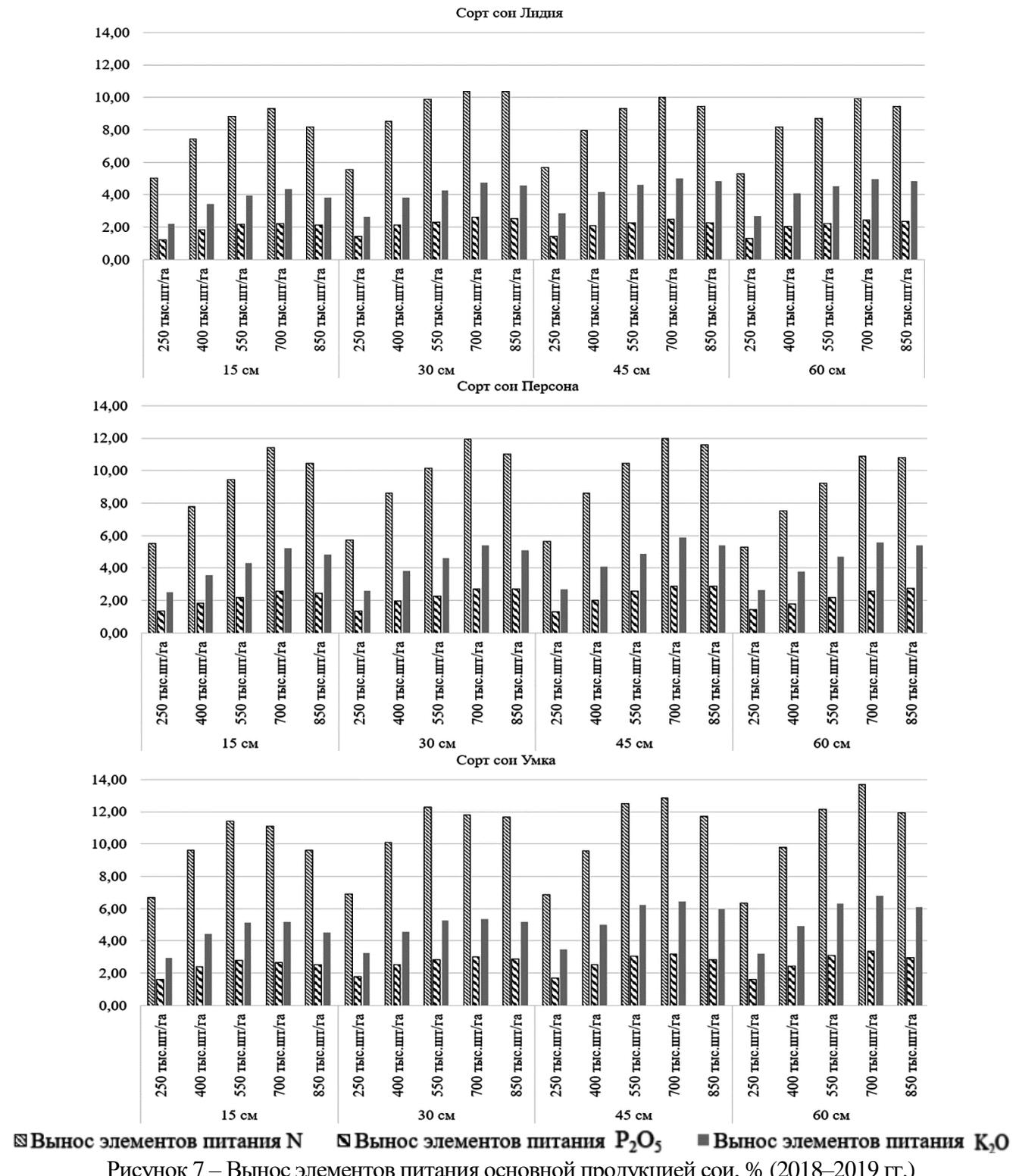
Отмечена индивидуальная (сортовая) реакция сорта. Сорт Лидия очень слабо реагирует на густоту стояния и в общем на гидротермический коэффициент в период вегетации по накоплению содержания белка и жира в семенах. Отзывчивым сортом является Персона, который имеет сильную положительную корреляционную зависимость между ГТК и содержанием белка

в семенах. Сорт стабильно выдает содержание белка в среднем 40,2 %, тогда как сорта Лидия и Умка – в среднем 38 %.



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) выявлено, что после уборки сои содержание в почве минерального азота очень низкое, подвижного фосфора – повышенное, подвижного калия – высокое и не зависит от изучаемых агротехнических приемов. 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. Согласно нормативам содержания основных питательных веществ, в урожае сои содержание 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. 7).



■ Вынос элементов питания N ■ Вынос элементов питания P₂O₅ ■ Вынос элементов питания K₂O
Рисунок 7 – Вынос элементов питания основной продукцией сои, % (2018–2019 гг.)

Отмечена тенденция увеличения содержания азота в семенах при возделывании рядовым способом с межурядьями 15 и 30 см в среднем на 4,1–6,4 %, калия – при широкорядном посеве с межурядьями 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 %. 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).

Так как соя очень требовательная культура к фосфорному и калийному питанию, а избыток влаги и высокие температуры воздуха в июле – августе в годы исследований приходятся на фазы бобообразования и налива семян сои, когда их усвоение растениями снижается, то в соответствующих погодных условиях весьма трудно реализовать высокий биологический потенциал урожайности и качества семян.

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

Анализ экономической эффективности возделывания сои при разных способах посева и нормах высева у изучаемых сортов показал, что самые лучшие экономические показатели получены для сортов Лидия и Персона при широкорядном способе посева с межурядьями 45 см и норме высева 700 тыс. шт. на 1 га (наибольший условно-чистый доход – 33 799,9 и 39 541,7 руб., уровень рентабельности – 83 и 100 % соответственно); для сорта Умка – при норме высева 550 тыс. шт. на 1 га и широкорядном способе посева с межурядьями 45 см (наибольший условно-чистый доход – 461 67,7 тыс. руб. и уровень рентабельности – 110 %).

Результаты научно-исследовательской работы и рекомендации автора были использованы и внедрены в производство в 2022 г. ООО «Красная звезда» Ромненского района Амурской области (село Знаменка) на общей площади 50 га (табл. 3).

Таблица 3 – Экономическая эффективность возделывания сортов сои в зависимости от способа и нормы посева в производственных условиях (в ценах 2022 г.)

Вариант		Урожайность, т/га	Производственные затраты, руб.	Себестоимость, 1 ц, руб.	Условно-чистый доход, руб./га	Рентабельность, %
ширина межурядья, см	норма высева, тыс. шт. на 1 га					
Лидия						
30	550	1,4	42 042	3 003	11 158	26,5
	700	1,6	44 194	2 762	16 606	37,6
45	550	1,5	42 172	2 811	14 828	35,2
	700	1,9	44 582	2 346	27 618	61,9
Умка						
30	550	1,8	44 847	2 491	23 553	52,5
	700	1,8	47 686	2 649	20 714	43,4
45	550	1,9	44 976	2 367	27 224	60,5
	700	2,0	47 945	2 397	28 055	58,5

По результатам производственной проверки подтвержден уровень рентабельности у сорта Лидия при широкорядном способе посева с межурядьями 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 %.

Проведенная оценка с учетом себестоимости выращивания свидетельствует о преимуществе широкорядного способа посева с междурядьями 45 см с нормой высева у сорта Лидия 700 тыс. шт./га, у сорта Умка – 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 фазы 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, сорта Персона – 2,9–3,2 г/м², 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 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 (коэффициент детерминации 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 сорт Персона сохраняет наибольшее количество бобов и семенную продуктивность. Оптимальные показатели массы семян для сортов Лидия и Умка достигаются при норме высева 550 и 700 тыс. шт./га и способе посева (45 см), а Персона имеет стабильные показатели от 5,7 до 8,7 г. Снижение силы роста семян всех сортов до 94 % происходит при рядовом посеве и норме высева 700 тыс. шт./га.

Оптимальный стеблестойкий индетерминантный сорт Лидия формирует при норме высева 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 составила 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 и 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. При этом условно-чистый доход с одного гектара сорта Лидия достигает 33 799 руб., Персона – 39 541 руб. и Умка – 46 167 руб.

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 семян на гектар, сорт Умка (полудетерминантный) – с междурядьями 45 см и нормой высева 550 тыс. всхожих семян 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 по направлению подготовки бакалавриата и магистратуры «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 производственный 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 РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, включенных в перечень ВАК РФ

1. **Вэй Жань.** Зависимость урожайности сортов сои и элементов, составляющих ее, от погодных условий Приамурья / Вэй Жань, О. А. Селихова, В. В. Елифанцев, Е. А. Семенова // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2024. – № 4 (56). – С. 42–53.

2. **Вэй Жань.** Реакция сортов сои амурской селекции на норму высева и способ посева семян / Вэй Жань, О. А. Селихова // Дальневосточный аграрный вестник. 2024. – Т. 18. – № 2. – С. 17–27. <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2024-18-2-17-27>.

3. **Вэй Жань.** Оптимальная норма высева и междурядье для повышения урожайности и качества семян сорта сои Персона / Вэй Жань, О. А. Селихова // АгроЭкоИнфо. – 2024. – № 3. <https://doi.org/10.51419/202143319>.

Публикации в других изданиях

4. **Вэй Жань.** Влияние способа посева на хозяйствственно-ценные признаки сои / Вэй Жань, В. В. Колобов, В. В. Минькач, О. А. Селихова // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : материалы междунар. науч.-практ. конф. (Благовещенск, 5 апреля 2017 г.). Ч. 1. – Благовещенск : Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2017. – С. 61–65.

5. **Вэй Жань.** Влияние способов посева на формирование посевных качеств семян сои / Вэй Жань, В. В. Колобов, Чжэн Хайцян, О. А. Селихова // Современные технологии производства и переработки сельскохозяйственных культур: материалы науч.-практ. конф. – Благовещенск : Типография, 2017. – С. 152–155.

6. **Вэй Жань.** Фотосинтетическая деятельность сорта сои Персона в зависимости от нормы высева и способа посева / Вэй Жань, О. А. Селихова // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : материалы всерос. науч.-практ. конф. Ч. 1. – Благовещенск : Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2018. – С. 86–89.

7. **Вэй Жань.** Влияние плотности и способа посева на фотосинтетическую деятельность сортов сои / Вэй Жань, О. А. Селихова // Научное обеспечение производства сои: проблемы и перспективы : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвященной 50-летию образования ВНИИ сои. – Благовещенск : ВНИИ сои, 2018. – С. 71–77.

8. **Вэй Жань** Влияние норм высева и способов посева на формирование продуктивности и посевные качества семян сои / Вэй Жань, Чжэн Хайцян, О. А. Селихова // Инновационные технологии – в практику сельского хозяйства : материалы всерос. науч.-практ. конф., посвященной 75-летию со дня образования агрономического факультета ФГБОУ ВО Вятская ГСХА. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 128–134.

9. **Вэй Жань.** Изменение агрохимических показателей в системе «почва – растение» в зависимости от способа посева сои / Вэй Жань, Т. Н. Черноситова, О. А. Селихова // Современные проблемы почвоведения, агрохимии и экологии : материалы междунар. науч.-практ. конф. – Благовещенск : Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2019. – С. 12–18.

10. **Вэй Жань.** Структура урожайности и посевные качества сортов сои в зависимости от нормы высева / Вэй Жань, О. А. Селихова // Мировые научные исследования и разработки в эпоху цифровизации : материалы XV междунар. науч.-практ. конф. Ч. 2. – Ростов-на-Дону : Изд-во Южного университета (Институт управления, бизнеса и права), 2021. – С. 156–164.

11. **Вэй Жань.** Влияние кальция и магния на продуктивность сои / Вэй Жань, О. А. Селихова, Т. Н. Черноситова // Современные проблемы почвоведения, агрохимии и экологии : материалы междунар. науч.-практ. конф. – Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2023. – С. 223–232.

12. 魏然 [Вэй Жань]. 俄罗斯阿穆尔州大豆产业现状综合分析 [Состояние соевой отрасли в Амурской области России] // 魏然, 鹿文成, 于晓光, 吴俊彦, 崔杰印, 陈祥金, 刁鹤楠, 袁园 // 大豆科技 = Технология производства сои, 2023(1). – С.40–48.

Научное издание

Вэй Жань

ОПТИМИЗАЦИЯ СПОСОБА И НОРМЫ ПОСЕВА
СОРТОВ СОИ АМУРСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

Автореферат диссертации
на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук

Подписано в печать 15.07.2025 г.
Формат 60×90/16. Уч.-изд. л – 1,3.
Печать 100 экз. Заказ 154.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Дальневосточный государственный аграрный университет»

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии
Дальневосточного государственного
аграрного университета
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86