

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

На правах рукописи

Гетманский Валентин Владимирович

АГРОЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЯМОГО
ПОСЕВА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СОИ В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

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

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук
Тихончук Павел Викторович

Благовещенск – 2026 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ В УСЛОВИЯХ ПРИАМУРЬЯ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	10
1.1 Значение, особенности и перспективы возделывания сои	10
1.2 Технология возделывания сои в Приамурье	17
1.3 Эволюция систем обработки почвы и научное обоснование прямого посева	24
ГЛАВА 2 УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ	29
2.1 Климатическая характеристика зоны	29
2.2 Почвы зоны и опытного участка	30
2.3 Метеорологические условия проведения исследований	32
2.4 Объект, схема и методика проведения исследования	35
2.5 Технология возделывания сои в опыте	39
ГЛАВА 3 ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМОВИДНОЙ ПОЧВЫ	41
3.1 Количество растительных остатков предшествующей кукурузы	41
3.2 Плотность почвы	42
3.3 Общая пористость почвы	45
3.4 Содержание в почве воздуха	47
3.5 Содержание продуктивной влаги	49
3.6 Капиллярная влагоемкость	51
3.7 Математическое моделирование факторов, определяющих запасы продуктивной влаги в почве при различных технологиях возделывания сои	53
3.8 Выделение углекислого газа почвой	64

ГЛАВА 4 ХОД ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И НОРМЫ ВЫСЕВА	69
4.1 Засоренность посевов	69
4.2 Поражение растений болезнями	81
4.3 Динамика листовой поверхности	85
4.4 Фотосинтетический потенциал посевов	91
4.5 Чистая продуктивность фотосинтеза	102
4.6 Масса клубеньков и общий симбиотический потенциал	105
РАЗДЕЛ 5 ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И НОРМ ВЫСЕВА НА УРОЖАЙНОСТЬ СОИ	120
5.1 Структура урожая	120
5.2 Урожайность сои	128
ГЛАВА 6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И НОРМ ВЫСЕВА СОИ	133
6.1 Экономическая эффективность возделывания сои в опыте	133
6.2 Экономическая эффективность внедрённой технологии возделывания сои в хозяйстве Амурской области	138
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	140
РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ	143
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	144
ПРИЛОЖЕНИЯ	171

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. В современных условиях, характеризующихся ростом цен на материально-технические ресурсы и санкционным давлением, вопросы ресурсосбережения, повышения экономической эффективности и снижения себестоимости сельскохозяйственной продукции приобретают статус первостепенных задач по обеспечению продовольственной безопасности и технологического суверенитета России. Развитие и внедрение природоподобных технологий закреплено в Указе президента «О развитии природоподобных технологий» в Российской Федерации от 02.11.2023 № 818 [163]. Согласно Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года, утвержденной распоряжением Правительства РФ от 08.09.2022 № 2567-р, приоритетными направлениями государственной политики определены «...обеспечение долгосрочного и перспективного развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации <...>, усиления продовольственной безопасности, <...> эффективного управления землями сельскохозяйственного назначения». Для решение указанных задач предполагается реализовать ряд мероприятий, в том числе путем «...использования ресурсосберегающих и безопасных технологий» [136]. В этой связи особую научную и практическую значимость приобретает исследование прямого посева, как ресурсосберегающую технологию возделывания сои, способную обеспечить устойчивое производство данной культуры в условиях Приамурья.

Соя в Амурской области является главной сельскохозяйственной культурой. Сою возделывают на площади 0,9 млн. га, часто практически как монокультуру, она занимает более 70 % в структуре посевных площадей области [5]. Министерством сельского хозяйства Амурской области поставлена задача до 2030 года довести вал производства сои до 2000 тонн без увеличения площади посева сои. За счет ряда мер, в том числе, увеличения площади посева культур – хороших

предшественников для сои. Зерновые колосовые культуры в связи с низкой рентабельностью их производства, сложными метеорологическими условиями области, складывающимися в период сбора урожая, продолжают занимать небольшие площади – не более 0,2 млн. га, что составляет 17,8 % в структуре посевных площадей полевых культур в Амурской области [179]. Поэтому зерновых предшественников для возделывания сои явно недостаточно. В последние годы стали увеличиваться площади кукурузы на зерно, с 16 тыс. га в 2020 г. [18] до 46,6 тыс. га в 2024 году [81]. Кукуруза на зерно – высокорентабельная культура для производства и хороший предшественник для сои. В 2026 году министерством сельского хозяйства Амурской области определен как стратегический предшественник для сои. Однако её поздняя уборка исключает подготовку зяби. Вынужденная весенняя обработка стерни кукурузы приводит к потере влаги, затягивает сроки посева и снижает урожайность сои.

Возрастание топливно-энергетических затрат в структуре себестоимости продукции, дефицит сельскохозяйственных кадров (механизаторов) вызывает необходимость перехода к менее трудоемким энергосберегающим технологиям возделывания сои. Одной из таких технологий является возделывание полевых культур без обработки почвы (технология No-till), при которой посев проводится специальными посевными агрегатами по растительным остаткам предшествующей культуры. Эта технологи получила широкое распространение за рубежом, особенно в Аргентине, США и Бразилии, начинает осторожно внедряться и в России.

Степень разработанности. Большой вклад в разработку технологии возделывания сои в Амурской области внесли Л. К. Дубовицкая, В.В. Епифанцев,, Е.Б. Захарова, В.Ф. Кузин, М.С. Кузьмин, Е.Т. Наумченко, К.А. Никульчев, А.А. Немыкин, С.В. Рафальский, В.В. Русаков, В.Т. Синеговская, П.В. Тихончук, С.В. Фокин, О.В. Щегорец и др. Ими изучены сорта сои, установлены лучшие предшественники, определены оптимальные сроки посева, разработаны системы удобрений и защиты посевов от сорняков вредителей и болезней.

Разработкой технологии прямого посева в России занимаются Ф.Г. Бакиров, А.Н. Власенко, Р.Г. Гаджиумаров, В. К. Дридигер, С.И. Камбулов, В.А. Корчагин, В.В. Кулинцев, Д.Г. Поляков, В.Б. Рыков, А.Л. Тойгильдин, Н.М. Троц и др. А основоположником технологии прямого посева можно смело считать И. Е. Овсинского с его «Новой системой земледелия», опубликованной еще в 1899 г.

Большой научный и практический интерес вызывает возможность возделывания сои без обработки почвы в Амурской области. Производственный опыт внедрения No-till в условиях Амурской области начался с 2010 г. в хозяйствах агрохолдинга Иркутского масложиркомбината. Производители сельскохозяйственных предприятий пытаются использовать зарубежный опыт, внедрить в производство отдельные элементы технологии No-till, однако результаты таких испытаний не всегда положительные, в связи с недостатком научных исследований в условиях Приамурья. На базе опытно-производственного хозяйства всероссийского научно-исследовательского института сои в 2011-2016 годах А. Н. Гайдученко, А. В. Сюмак, Б. А. Коротенко [40] были проведены первые исследования с целью изучения приемов возделывания сои по методу No-till в специализированных короткоротационных севооборотах с насыщением зерновыми колосовыми и соей по 50 % и при возделывании сои в бессменном посеве. В результате исследования были сделаны выводы, что технология No-till экономически выгодна и требует дальнейшего изучения.

Цель исследования – обосновать применение технологии прямого посева при возделывании сои в условиях Амурской области.

Задачи исследования:

1. Изучить влияние технологий возделывания на агрофизические свойства, дыхание почвы и фитосанитарное состояние посевов сои;
2. Оценить влияние прямого посева на фотосинтетическую деятельность и симбиотический потенциал растений как физиологические факторы формирования продуктивности сои при разных нормах высева;

3. Установить продуктивность сои по прямому посеву и рекомендованной технологии при разных нормах высева;

4. Оценить экономическую эффективность прямого посева и рекомендованной технологии возделывания сои при разных нормах высева.

Научная новизна. Впервые для условий Амурской области дано комплексное агроэкономическое обоснование применения технологии прямого посева при возделывании сои на основе комплексной оценки ее влияния на условия роста, развития и продуктивности культуры в сравнении с рекомендованной технологией.

Теоретическая и практическая значимость. Научная значимость работы заключается в практической реализации инновационных технологий возделывания сои и создает базу для стратегий устойчивого земледелия в Амурской области. На основе результатов исследования даны производственно-практические рекомендации по агротехнологии сои сорта Дебют для Амурской области.

Производству рекомендовано в условиях Амурской области осуществлять прямой посев сои сорта Дебют по стерне кукурузы при норме высева 500 тыс. шт./га. Результаты исследований внедрены в ИП ГКФХ «Сердюков А. Н.» на площади 400 га.

Методология и методы исследования. Методология исследования основана на выборе и обосновании темы, постановки цели и задач, определении объекта и предмета, выбора методов исследования, разработки исследовательской программы и плана. Методы исследования: общенаучные (анализ, синтез, наблюдение, сравнение, замеры, эксперименты) и специальные (полевые, лабораторные, лабораторно-полевые, сравнительно-расчетные, статистическая обработка).

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Закономерности влияния технологии прямого посева и норм высева на агрофизические показатели плодородия лугово-черноземовидной почвы, эмиссию

CO₂, фитосанитарное состояние посевов, фотосинтетическую деятельность и симбиотический потенциал сои сорта Дебют в условиях Амурской области.

2. Параметры структурных элементов урожая и реализация продуктивного потенциала сои при возделывании по прямому посеву и рекомендованной технологии в зависимости от норм высева и условий вегетации

3. Экономическая эффективность технологии прямого посева сои в условиях Амурской области, обеспечивающей повышение рентабельности производства и снижение себестоимости продукции.

Степень достоверности результатов. Достоверность полученных результатов подтверждается многолетними исследованиями, многократной повторностью вариантов, использованием общепринятых методик и ГОСТов, дисперсионным анализом данных. Полученные результаты опубликованы в научных статьях, прошедшие редакционную и экспертную проверку.

Апробация работы. Результаты исследований данной работы, её основные положения были заслушаны и получили положительную оценку на заседаниях кафедры общего земледелия, растениеводства и селекции ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет» в 2022-2024 гг., а также на конференциях различного уровня: международная научно-практическая конференция «Современные проблемы почвоведения, агрохимии и экологии» (г. Благовещенск, 2023 г.); III Всероссийская (национальная) научно-практическая конференция «Перспективы внедрения инновационных технологий в АПК» (г. Барнаул, 2023 г.); международная научно-практической конференции «Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития», (г. Благовещенск, 2024 г.).

По материалам диссертационной работы опубликовано 10 научных трудов, в том числе 5 – в изданиях ВАК (категория 1 и 2), 5 – в материалах научно-практических конференций.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 143 страницах, состоит из введения, основной части, содержащей 25 таблиц, 26 рисунков,

заклучения, рекомендаций производству, списка литературы, включающего 213 наименования, в том числе 31 – на иностранном языке.

Личный вклад автора: самостоятельный анализ специальной литературы по теме работы, проведение полевых и лабораторных опытов, обобщение полученных результатов, написание диссертации, подготовка к печати научных работ. Долевое участие автора составляет более 95 %.

Благодарности. Автор выражает глубокую признательность и искреннюю благодарность научному руководителю доктору сельскохозяйственных наук Тихончуку Павлу Викторовичу, доктору сельскохозяйственных наук Захаровой Елене Борисовне и коллективу факультета агрономии ФГБОУ ВО Дальневосточного государственного аграрного университета за всестороннюю поддержку в проведении исследований и работе над диссертацией. А также ГКФХ «Сердюков А.Н.» за предоставление экспериментального участка, сельскохозяйственной техники и материально-технических ресурсов, необходимых для проведения полевых исследований.

ГЛАВА 1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ В УСЛОВИЯХ ПРИАМУРЬЯ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1. Значение, особенности и перспективы возделывания сои

Соя (*Glycine max* L.) относится к семейству бобовых (*Fabaceae*) и входит в пятерку основных мировых сельскохозяйственных культур, наряду с пшеницей, кукурузой, рисом и фасолью. Возделывание сои было одним из условий процветания древней цивилизаций. Родиной сои считается Юго-Восточная Азия. В Китае она известна более 6000 лет до н. э. Более 4000 лет до н. э. сою возделывали в Корее, Индии, Японии и других странах. Приоритет открытия питательных свойств этой культуры принадлежит китайцам. В Китае она издавна является заменителем мясных и молочных продуктов. В Европе сою начали возделывать только в XVIII веке. В России массовое распространение соя получила на Дальнем Востоке в 30-х годах двадцатого столетия [44; 58]. Соевые бобы занимают решающее место в решении проблемы бедности и отсутствия продовольственной безопасности в странах Африки [191] и Эквадора [197].

Мировое производство сои демонстрирует устойчивую тенденцию к росту: если в 1961 году валовой сбор составил 26,9 млн тонн, то к 2022 году он увеличился в 11 раз, достигнув 348,8 млн тонн, а в 2024 году мировой объем производства оценивается уже в 476,8 млн тонн [3; 7]. По данным на 2018 год самые большие посевные площади сои находятся в США (около 35-40 % от мировых), Бразилии (20-30 %), Аргентине (12-18 %), Китае (6-12 %) и Индии (8 %) [43; 61; 143]. По состоянию на 2021 год лидером по производству сои является так же Бразилия и США [172]. В 2023 году на США и Бразилию приходится 70 % мирового производства, Аргентина производит около 15 % [207]. Следует отметить, что в США и Бразилии объем производства сои в 2 раза больше объема потребления, в Китае и Европейском союзе объем потребления сои намного превышает объем производства [60]. Например, уровень самообеспеченности соевого сырого белка в

Европе составляет около 5 % [188]. В Российской Федерации объем посевных площадей под сою в 2018 году составлял всего 2,8 % [60]. Поэтому большую часть продукции этой культуры импортировали из таких стран как Бразилия (55-60 %) и Парагвай (40 %) [61; 104].

С 1992 года производство сои в Российской Федерации увеличилось в 6 раз [58; 72; 143], а валовой сбор за последние 60 лет вырос почти в 10 раз [6]. По мнению Н. А. Шабалкиной и Е. С. Суровцевой [173] «объем ее производства еще не обеспечивает потребность комбикормовой промышленности страны и составляет всего примерно 30 % от необходимого объема». Основными центрами производства сои в Российской Федерации являются Дальневосточный федеральный округ (45 %) и Центральный федеральный округ (46 %) [8; 89], а лидером по валовому сбору является Амурская область [42; 58; 142], где соей занято 78,6 % посевных площадей (по состоянию на 2022 год) [119]. Однако ¼ часть зерна уходит на экспорт в Китай [4]. По мнению В. И. Векленко и Б. А. Дадашева [21] «производство сои, кроме Амурской области, должно быть сосредоточено еще и в Краснодарском крае».

За 10 лет (с 2014 по 2024 гг.) посевные площади сои увеличились более чем в два раза, а валовой сбор – в 4,5 раза. Это свидетельствует о высоком инвестиционном интересе к культуре и ее стабильной экономической привлекательности для сельхозтоваропроизводителей [3]. Анализ данных показывает устойчивую тенденцию роста производства сои в Российской Федерации. Посевные площади в стране увеличились на 41,1 % (с 3,04 млн га в 2019 году до 4,29 млн га в 2024 году), что свидетельствует о стратегическом значении данной культуры для российского агропромышленного комплекса. Особое внимание привлекает роль Амурской области как ключевого производителя сои в России несмотря на то, что доля региона в общероссийском валовом сборе несколько снизилась с 34,5 в 2020 году до 19,9% в 2024 году. Это связано не с падением производства в Приамурье, а с опережающим ростом посевных площадей сои в регионах Центральной России и Поволжья. При этом, в

2024 году, несмотря на рекордную площадь (4,29 млн га), средняя урожайность снизилась до 1,64 т/га из-за неблагоприятных погодных условий (засухи в ряде регионов), однако общий валовой сбор достиг исторического максимума в 7,02 млн тонн. Это подтверждает тот факт, что на современном этапе российский рынок сои развивается преимущественно экстенсивным путем, а дальнейший рост экономической эффективности невозможен без оптимизации технологий и снижения себестоимости производства.

В 60-х годах прошлого столетия средняя урожайность сои в мире находилась на уровне 1,2-1,3 т/га, постоянно увеличиваясь, и к 2015 году она составляла уже 2,5-2,7 т/га [97]. В 2020 году урожайность соевых бобов находится на том же уровне, тогда как в Российской Федерации она в 2 раза ниже [172]: в начале XXI века она составляла всего 0,81 т/га [137], а к 2014-2018 годам в среднем по стране она увеличилась до 1,38 т/га [9]. Наиболее высокий урожай собирали в Белгородской области (до 2,48 т/га), наименьший – на Алтайском крае (1,12 т/га) [9]. В эти же годы в таких странах, как США, Бразилия и Аргентина урожай зерна сои получали на уровне 3,0-3,5 т/га [61], а в 2023-2024 годах средняя урожайность, полученная на посевных площадях Северной Америки, составляла 3,5 т/га [204; 212].

Стебель сои прямостоячий, высотой от 50 до 120 см [12], толщиной в средней части от 5 до 15 мм [10], покрытый волосками. Имеет боковые ветви (2-5 шт.), особенно развитые у высокоурожайных сортов. Длина междоузлий 31,5 см. Торики В. Е. с соавторами [155] пишет: «высота и диаметр стебля, число ветвей и междоузлий в значительной степени зависят от сортов, агротехники и погодных условий». Сорта с толстым стеблем используются на семена, а с тонким – на зеленую массу и сено [114].

Корневая система хорошо развита, проникает вглубь почвы до двух метров. Основная масса корней расположена в верхнем слое почвы (около 30 см) [12]. Она характеризуется стержневым типом: главный корень ориентирован преимущественно вертикально, в то время как многочисленные придаточные

корни на начальных этапах развития распространяются горизонтально на расстояние 45-60 см от стебля, и лишь затем начинают углубляться в почвенный профиль. Данная морфологическая особенность требует особого внимания при выполнении междурядных культиваций: чрезмерное заглубление рабочих органов почвообрабатывающих орудий приводит к механическому повреждению боковых корней, что нарушает корневую систему и снижает ее функциональную активность. В результате ухудшается поглощение влаги и элементов питания, что негативно сказывается на росте растений и, как следствие, ведет к снижению урожайности [155].

Башкатов А. Я. [12] с соавторами пишет: «К моменту образования настоящего тройчатого листа на корнях образуются клубеньки азотфиксирующих бактерий – ризобий, максимально развитие которых достигает в фазе цветения». Данные бактерии переводят азот в соединения, легко доступные для усвоения растениями. В свою очередь сами растения являются источниками питательных веществ для клубеньковых бактерий [14]. Эффективное взаимодействие между соей и полезными клубеньковыми бактериями улучшает рост растений, повышает урожайность и устойчивость к неблагоприятным факторам [208]. Структура бактериальных сообществ в ризосфере и корневых клубеньках сои отличаются в зависимости от сорта и фазы развития [206].

Листья сложные, тройчатые, иногда пятилистные. Листочки имеют перистую жилковую сеть и покрыты мелкими волосками. Количество листьев на одном растении колеблется от 20 до 80 и более [10]. Цветки мелкие, собраны в кисти по 3-20 шт., окраска варьирует от белого до фиолетового оттенка [12].

Плоды – бобы, содержащие обычно 2-3 семени. Нижние бобы прикреплены на высоте от 5 до 15-20 см. На одном растении образуется до 60-80 бобов [113]. Семена округлые, гладкие, размером около 5 мм в диаметре. Балакай Г. Т. и Безуглова О. С. [10] пишут: «Очень крупные семена имеют массу 1000 зерен 350-400 г, крупные – 250-300 г, средние – 150-200 г, мелкие 100-140 г и очень мелкие – 40-90 г.».

Продолжительность вегетационного периода варьирует от 75 до 200 дней и включает несколько ключевых этапов: всходы, ветвление, цветение, образование плодов, полный налив семян, полная спелость. Он зависит как от сорта, так и от условий влагообеспеченности. У сортов северного экотипа продолжительность вегетационного периода при достаточных параметрах влагообеспеченности (при ГТК 1,0-1,5) составляет 95 дней, в засушливых условиях (при ГТК <1,0) период вегетации сои сокращается до 77 дней. Южные сорта имеют более длительный вегетационный период: 115 дней при ГТК 1,0-1,5 и 86 дней при ГТК <1,0 [16]. В условиях среднего Приамурья раннеспелые сорта сои имеют продолжительность вегетационного периода 91-99 дней, среднераннеспелые – 102-110 дней, среднеспелые – 116-120 дней, среднепозднеспелые – 121-130 дней, позднеспелые – 131-137 дней [176].

Соя свето- и теплолюбива, однако некоторые сорта демонстрируют относительную холодостойкость. Она проявляет фотопериодизм, реагируя на продолжительность светового дня. Например, ультрараннеспелые сорта лучше приспособлены к коротким дням северных регионов, тогда как позднеспелые сорта требуют продолжительного освещения южных регионов. Оптимальная температура для прорастания семян 8...10 °С, а для цветения и плодообразования 17...25 °С. Ториков В. Е. с коллегами [155] считают, что соя «особенную потребность в тепле испытывает в периоды: бутонизация – цветение (22-25 °С), бобообразование – налив семян (20-25 °С) и созревание бобов (18-20 °С).» При недостатке тепла соя чаще поражается болезнями (бактериоз, фузариоз и др.) [12].

Соя чувствительна к дефициту влаги, особенно в критические фазы своего развития – цветение и формирование семян [73; 169]. Недостаточное обеспечение водой негативно сказывается на урожайности. Также важна доступность элементов питания, таких как фосфор и калий, которые влияют на процесс азотфиксации и общий рост растений. «При недостатке влаги в начале вегетации сои задерживается образование клубеньков и ухудшается азотное питание растений.» [113]. По данным А. Я. Башкатова с соавторами [12] соя потребляет за вегетационный

период 320-550 мм влаги, а для нормального развития по данным М. М. Нафикова [113] требуется около 700 мм осадков в период вегетации.

Наибольшие требования к влаге, так же, как и к температуре, соя предъявляет во время цветения и налива бобов [113], клубеньки лучше развиваются при 22-25 °С, при 35 °С происходит абортация бутонов и цветков [12]. В Амурской области эти периоды выпадают на июль и август, наиболее обеспеченные месяцами осадками и теплом. Повышение температуры в этот период на 1 °С приводит к росту урожайности сои на 24 % [174]. Однако следует иметь в виду, что избыточное увлажнение негативно влияет на дыхание корней и клубеньков, что может привести к их гибели.

«Лучшие почвы для сои – суглинистые и супесчаные черноземы, но хорошо произрастает и на других почвах, за исключением солонцеватых, тяжелых и очень легких, кислых и заболоченных. Благоприятная реакция, близкая к нейтральной – рН 6,5-7. Оптимальное сложение почвы для хорошей аэрации и нормального развития корневой системы сои создается при объемной массе 1,10-1,25 г/см³. На формирование 100 кг семян расходуется 7,5-10,0 кг азота, 1,7-2,5 кг фосфора, 3,0-4,5 кг калия.» [12].

Соя – одна из самых распространенных сельскохозяйственных культур, которая широко используется благодаря особенному химическому составу белка и жира. Кроме белка и жира в состав семян входит большое количество макро- и микроэлементов, а также минеральных солей [129]. Высокое содержание белка и ценность по аминокислотному составу делают сою прекрасным заменителем продуктов животного происхождения в питании человека. В условиях Среднего Приамурья содержание белка в семенах сои раннеспелых сортов составляет 37,4-40,2 %, среднераннеспелых – 36,1-38,6 %, среднеспелых – 37,6-38,6 %, среднепозднеспелых – 36,7-37,9 %, позднеспелых – 35,9-37,5 % [176]. В условиях Центрального Нечерноземья содержание жира в семенах сои сортов северного экотипа варьирует от 17,5 до 18,5 % [15]. Скороспелые сорта амурской селекции содержат 39,3-42,3 % белка и 17,4-22,7 % жира, среднеспелые – 38,4-41,3 и 17,8-

20,9 %, позднеспелые – 38,4-39,0 и 18,9-19,0 % соответственно. По стандарту FAO/WHO рекомендуемое содержание незаменимых аминокислот в 100 г белка составляет: валин – 5,0 г, изолейцин – 4,0 г, лейцин – 7,0 г, лизин – 5,5 г, метионин и цистеин (суммарно) – 3,5 г, фенилаланин и тирозин (суммарно) – 6,0 г, треонин – 4,0 г, триптофан – 1,0 г. В семенах скороспелых сортов амурской селекции содержание большинства незаменимых аминокислот было выше, по сравнению со среднеспелыми и позднеспелыми сортами [117].

Основным направлением использования соевых бобов в мире является переработка ее на корм для животных, биотопливо и растительное масло [172; 203; 186; 200], качество которого может отличаться в зависимости от региона возделывания, сорта, а также технологии возделывания [22].

Реализация генетического потенциала урожайности сои в значительной степени лимитируется почвенно-климатическими условиями, гидротермическим режимом, реакцией почвенного раствора и эффективностью работы симбиотического аппарата. Средняя урожайность сои в России остается в 1,5-2 раза ниже показателей ведущих стран-производителей, что обусловлено недостаточной адаптацией технологий к региональным особенностям, низким уровнем управления симбиозом и несбалансированностью минерального питания.

Таким образом, высокая значимость сои для обеспечения продовольственной и кормовой безопасности страны, в сочетании с существующим разрывом между потенциальной и фактической продуктивностью, объективно обуславливает необходимость глубокого анализа существующих агротехнологий в Приамурье. Реализация продуктивного генетического потенциала современных сортов напрямую зависит от адаптации элементов технологии возделывания к специфическим почвенно-климатическим условиям Дальнего Востока, что требует детального рассмотрения современных региональных практик возделывания сои, их эффективности и лимитирующих факторов.

1.2. Технология возделывания сои в Приамурье

Успешное возделывание сои требует учета множества факторов, включая морфо-биологические характеристики культуры и соответствующие агротехнологические приемы. Современные технологии возделывания сои направлены на максимальное соответствие биологии растения и создания оптимальных условий для его роста и развития. Эти технологии включают различные подходы к обработке почвы, выбору сортов, нормам высева и способам посева, а также защите растений от вредителей и болезней.

Климат Амурской области характеризуется как резко континентальный (с чертами муссонного) с резкими перепадами температур и неравномерным распределением осадков [81; 73; 166]. Продуктивность культур Приамурья находится в прямой зависимости от комплекса агроклиматических показателей, ключевыми из которых выступают температурный режим, количество и внутригодовое распределение осадков, а также гидротермический коэффициент (ГТК) [73; 169]. Эти условия оказывают значительное влияние на выбор сортов и технологий возделывания сои. Раннеспелые сорта сои лучше подходят для северных районов региона, тогда как позднеспелые сорта могут давать высокие урожаи в южной части Дальневосточного федерального округа [126]. В связи с климатическими рисками приоритетным направлением селекции является создание сортов нового поколения, устойчивых к избыточному переувлажнению почвы, полеганию и основным болезням. За последние пять лет дальневосточными селекционерами создано 17 сортов сои (в том числе Сентябринка, Беринг, Олимп, Ляна), обладающих потенциалом урожайности 4-5 т/га и содержанием белка 41-42 % [88]. Выбор сорта должен осуществляться с учетом зональных особенностей, уровня агротехники и целевого назначения продукции (пищевое, кормовое или экспортное направление). Например, для зон с коротким вегетационным периодом предпочтителен скороспелый сорт Сентябринка [88], а для хозяйств, готовых применять интенсивную агротехнологию с внесением сульфоаммофоса (100 кг/га)

и схемой посева с междурядьями 30 см, хорошую отзывчивость демонстрирует сорт Дебют [75].

Специфика почвенно-климатических условий региона, в частности сезонное промерзание и оттаивание почвы, накладывает особые требования к выбору и эксплуатации машинно-тракторных агрегатов. Для среднесуглинистых лугово-черноземовидных почвы экологические пороги уплотнения составляют: для зерновых культур – 1,00-1,24 г/см³, для сои – 1,09-1,25 г/см³. При увеличении плотности свыше 1,30 г/см³ под воздействием движителей машин происходит техногенная деградация, при которой рост и развитие культурных растений прекращаются [123, 124].

Система земледелия в Амурской области предполагает научно обоснованное чередование культур, что позволяет поддерживать плодородие почв, снижать фитосанитарную нагрузку и обеспечивать стабильную продуктивность сои. Исследованиями установлено, что возделывание сои в севооборотах с насыщением этой культурой на уровне 40-50 % обеспечивает существенные преимущества перед монокультурой [119]: повышение урожайности (в среднем на 0,40-0,45 т/га выше, чем при повторных и бессменных посевах), улучшение агрофизических и микробиологических свойств почвы, снижение засоренности посевов (в 2,2 раза меньше, чем в бессменных, и в 4,6 раза меньше, чем в повторных посевах) [118]. Сравнительная оценка предшественников показала, что максимальная урожайность сои (2,52 т/га) достигается при размещении ее после кукурузы, тогда как в монокультуре этот показатель снижается до 1,14 т/га. Кукуруза как предшественник способствует улучшению структуры почвы, снижению плотности сложения пахотного слоя (до 1,13 г/см³ против 1,20-1,25 г/см³ в монокультуре) и увеличению общей пористости [118].

Эффективность возделывания сои в Амурской области во многом определяется правильным выбором агротехнических приемов посева, включая норму высева, способ и сроки посева. Рациональное пространственное размещение растений, обеспечиваемое оптимальным сочетанием способа посева и нормы

высева, способствует повышению биопродуктивности ценоза на 26 % и увеличению семенной продуктивности на 18-27 % [138]. При этом выбор конкретных параметров должен учитывать сортовые особенности, плодородие почвы, предшественника и прогноз метеорологических условий вегетационного периода. Исследования показывают, что оптимальная норма высева для позднеспелых сортов является 500-550 тыс. шт./га, среднеспелых – 650-750 тыс. шт./га, скороспелых – 800-900 тыс. шт./га [152]. В условиях Среднего Приамурья норма высева 400-500 тыс. шт./га обеспечивает реализацию потенциала урожайности среднеспелых сортов Батя и Хабаровский юбиляр на уровне 4,5-5,2 т/га. При этом увеличение густоты стояния способствует росту урожайности за счет количества растений на единицу площади, а не за счет индивидуальной продуктивности [165]. Для ультраскороспелого сорта Топаз традиционный рядовой способ посева с нормой 400 тыс. всхожих семян на гектар обеспечивал урожайность 2,8 т/га, тогда как широкорядный посев нормой 600 тыс. всхожих семян на гектар формировал урожай более 3,0 т/га [138]. Изменение способа посева с широкорядного на рядовой приводило к увеличению урожайности сорта Кружевница на 6-14 % независимо от нормы высева [32]. Для повышения эффективности посевных работ аграриям региона рекомендуется использовать широкозахватные высокопроизводительные посевные агрегаты: Case Pro Disk 500 AFS, Lemken Solitair 12, Horsch Pronto 9 DC, Amazon DMC 12000 и John Deere 1890 [67].

В Амурской области применяют как отвальную, так и безотвальную систему обработки почвы в зависимости от природно-климатических условий. При отвальной системе обработки почвы после ранних зерновых культур проводят полупаровую обработку, которая включает в себя лущение стерни, основную обработку, боронование и одну или две культивации; после однолетних трав – обычную зяблевую обработку, которая включает основную обработку сразу после уборки культуры, боронование, дискование или культивацию; после сои и кукурузы на силос – позднюю зяблевую обработку, которая включает основную

обработку и боронование. При безотвальной системе осенняя обработка включает дискование, культивацию и глубокое рыхление, весенняя – дискование и культивацию [152].

Кукуруза на зерно – это поздно убираемая культура. Имеется очень ограниченное время для проведения зяблевой обработки. Зачастую ее убирают в условиях скованной морозом почвы и даже по снегу, поэтому вынужденно применяют весновспашку. Но по мнению Щегорец О.В. [178] использование весновспашки – это также не лучший способ подготовки почвы. Весновспашка имеет целый ряд отрицательных последствий: потеря влаги весной, и без того сухой при малоснежных зимах; увеличение затрат на разделку глыб; затягивание сроков полевых работ, в том числе и уборки урожая, и как следствие – снижение его качества и количества.

Оптимизация системы обработки почвы при возделывании сои в Амурской области должна учитывать региональные особенности: тяжелый гранулометрический состав почв, риск переуплотнения, избыточное увлажнение в весенний период. По мнению Панасюк А.Н. [122] традиционные технологии, основанные на глубокой отвальной и безотвальной обработке почвы (18-20 см) с многократными проходами тяжелой техники, приводят к переуплотнению верхнего слоя, минерализации гумуса и увеличению засоренности посевов. В связи с этим в регионе активно внедряются приемы минимизации обработки, сочетающие вертикальное рыхление активными дисковыми рабочими органами с полосным почвоуглублением. В исследованиях Епифанцева В.В. с коллегами [68] замена горизонтальной вспашки на вертикальную обработку исключает формирование плужной подошвы, обеспечивает противоэрозионную защиту и снижает энергоемкость технологических операций. В исследованиях В. В. Епифанцева с соавторами [34] дискование на 14-16 см уступает комбинированной обработке почвы (глубокое осеннее рыхление на 28-34 см и весенняя культивация), которая повышает урожайность сои на 25,0-38,3 %. А результаты опытов Захаровой Е.Б., Семенова Е.А. и Панасюк А.Н. [76]

показывают, что глубокое рыхление перед посевом сои (на 34-36 см) совместно с довсходовыми гербицидами дает прибавку урожая 13 %, по сравнению с посевом по дискованию на глубину 14-16 см. При этом предпосевная обработка на 8-10 см по результатам исследований Немыкина А.А. с коллегами [113] оптимальна для формирования фотосинтетического потенциала. Так же есть исследования этого же автора, в которых проведение ранневесенней обработки (конец апреля) было более эффективно поздневесенней (в мае) на 17,3 % по продуктивности сои [116]. Для повышения эффективности предпосевной подготовки почвы Епифанцевым В.В. с коллегами [69] разработан комбинированный агрегат-адаптер КМФА-3,6, обеспечивающий почвоуглубление, разноуровневое внесение удобрений и посев сои за один проход. По результатам их исследований это позволяет обеспечить равномерную заделку семян и максимальную урожайность сои – до 1,78 т/га. Дополнительным подтверждением целесообразности минимизации обработки служат данные М.С. Кузьмина [99], полученные в зерно-соевом севообороте Приамурья. Автор выделяет три этапа освоения минимальной обработки почвы в Амурской области: 1) весеннее бесплужное рыхление в 1960-1970-е гг.; 2) массовое применение плоскорезов в 1980-х гг.; 3) осенняя подготовка зяби без оборота пласта широкозахватными агрегатами и элементы прямого посева с 1990-х гг. Он подчеркивает, что эффективность минимальной и нулевой обработки определяется качеством измельчения и распределения соломы, фитосанитарным состоянием поля и обязательным применением гербицидов. Автор считает, что для сои минимизацию обработки следует применять дифференцированно: в зерновых звеньях севооборота допустимы мелкая обработка и прямой посев, а на тяжелых, переувлажненных и засоренных почвах под сою необходимо сохранять элементы рыхления или локального почвоуглубления.

Система удобрения сои в Амурской области должна базироваться на приоритете фосфорного питания, рациональном сочетании минеральных и органических удобрений, а также учете биологических особенностей культуры и почвенно-климатических условий региона. Луговые черноземовидные почвы,

преобладающие в южной зоне области, характеризуются средним содержанием гумуса (4,0-4,7 %), слабокислой реакцией среды (рН 5,0-5,2) и высокой обеспеченностью обменным калием при среднем содержании подвижного фосфора. Результаты многолетних стационарных опытов (1962-2017 гг.) демонстрируют, что систематическое внесение минеральных удобрений со среднегодовой нагрузкой на 1 га севооборотной площади в дозе $N_{42}P_{48}$ способствует увеличению содержания подвижного фосфора в пахотном слое в 2,5-3,0 раза относительно исходного уровня. Замена части минеральных удобрений органическими (навоз крупного рогатого скота в дозе 4,8 т/га) в системе $N_{24}P_{30}$ + навоз способствует переходу от гуматно-фульватного к гуматному типу гумусообразования с доминированием наиболее агрономически ценной фракции гуминовых кислот, связанных с кальцием [112; 149]. Наибольшая урожайность сои (4,4 т/га) зафиксирована в варианте с внесением азотно-фосфорных удобрений в дозе $N_{60}P_{90}$, что подтверждает решающую роль фосфорного питания в условиях повышенной влажности почвы Амурской области [148].

Интенсивное возделывание сои в Амурской области, часто в условиях бессменного севооборота, создает предпосылки для нарастания фитосанитарной напряженности [141]. Сорные растения представляют существенную угрозу для продуктивности соевых агроценозов, поскольку соя слабо конкурирует с ними, особенно в начальные фазы развития (всходы – формирование третьего тройчатого листа). Традиционные механические приемы ухода (боронование до и после всходов, культивация междурядий) обеспечивают рыхлое состояние почвы и создают запасы влаги, но их эффективность ограничена в условиях переувлажнения [70]. Исследования эффективности гербицидов в условиях Приамурья показали, что наибольшую биологическую эффективность (снижение численности сорняков на 51,5-67,2 %, а массы на 40,5-49,7 %) демонстрируют почвенные гербициды на основе демитенамида-П (Фронтьер, 1,2 л/га), как в одиночном применении, так и в баковой смеси с бентазоном (Базагран, 2,0 л/га) по вегетации [65]. Для контроля мари белой, являющейся высоко вредоносным и

широко распространенным видом в южной зоне региона, наиболее эффективно почвенное внесение гербицидов с действующими веществами метрибузин, имазетапир, трифлуралин, пендиметалин и ацетохлор на ранних стадиях развития сорняка (1-3 пары листьев) [45].

Таким образом, современная система защиты сои в Амурской области должна базироваться на интегрированном подходе, включающем: соблюдение севооборотов с насыщением сои не более 30-40 %, использование устойчивых сортов, оптимальные сроки посева и уборки, качественная предпосевная обработки почвы [65; 98]; дифференцированное применение гербицидов с учетом видового состава сорняков и фазы их развития, использование баковых смесей для расширения спектра действия и снижения риска возникновения резистентности [46; 98]; применение биопрепаратов для защиты от болезней и стимуляции роста растений, что позволяет снизить пестицидную нагрузку и получить экологически безопасную продукцию [46]; регулярные обследования посевов для своевременного выявления вредных объектов и корректировки защитных мероприятий [141].

Уборка сои является завершающим и технологически ответственным этапом производственного процесса, от качества проведения которого напрямую зависят сохранность урожая, посевные качества семян и экономическая эффективность возделывания культуры. В условиях Дальнего востока, и, в частности, в Амурской области, проведение уборочных работ осложняется спецификой почвенно-климатических условий [94; 122]. Поэтому агротехнический срок уборки (10-12 дней) в регионе не соблюдается: процесс затягивается свыше 40 дней, что вызывает потери 0,22-0,38 т/га из-за перестоя и снижения влажности зерна до 11-13 % [82]. Оптимальные параметры работы жатки для уборки сои на зерно, которые обеспечивают потери $\leq 5,46$ %: скорость ≤ 7 км/ч, частота вращения мотвила 20 об/мин, высота среза 5-7 см [104]. Для переувлажненных почв рекомендованы гусеничные комбайны, а для снижения дробления семян – установка понижающего редуктора (до 300 об/мин) или применение двухфазного обмолота, позволяющего

выделить более 60% кондиционной семенной фракции с дроблением менее 1,4% [20; 133].

Таким образом, прямой посев признан перспективным направлением минимализации, однако его агрономические параметры для региона не разработаны. Существующие рекомендации по нормам высева (400-750 тыс. всхожих семян на га) базируются на данных отвальной или глубокой безотвальной обработки. При прямом посеве изменяются микрорельеф, температурный режим верхнего слоя, влагоудержание и конкуренция за ресурсы, что требует пересмотра густоты стояния. Поэтому прямой посев в сочетании с оптимизированной нормой высева представляет собой наиболее перспективное направление минимизации технологии, способное обеспечить экономическую эффективность, экологическую устойчивость и агробиологическую стабильность в условиях Амурской области.

1.3. Эволюция систем обработки почвы и научное обоснование прямого посева

Развитие земледелия прошло путь от прямого посева без механического воздействия с помощью так называемой «палки-копалки» до создания высокопродуктивной техники [144]. Изобретение сохи, а затем отвального плуга заложило основу классической агротехники, включавшей многократные культивации, боронование и глубокую вспашку. Однако уже в конце XIX века В. В. Докучаев научно обосновал, что чрезмерная распаханность ведет к потере структуры, иссушению и эрозии почв [59]. Первым теоретиком отказа от плуга стал И. Е. Овсинский, предложивший мелкую поверхностную обработку и биологическое саморыхление почвы мезофауной [120]. Его идеи позже нашли развитие в работе Г. Фолкнера [167] и системе глубокого безотвального рыхления Т. С. Мальцева [107]. Системный прорыв осуществил А. И. Бараев, разработавший почвозащитное земледелие с оставлением стерни на поверхности и применением плоскорезов [11]. Сегодня интенсивная обработка признана одной из главных

причин деградации земель, что стимулирует переход к ресурсосберегающим системам [1; 109; 140; 170].

На мировом уровне No-till применяют на 140-150 млн. га пашни. Эта технология занимает 74 % площади в Австралии и Новой Зеландии, 68,7 % в Южной и Центральной Америке, 33,6 % в Северной Америке и лишь до 5 % в России [106; 157; 196]. В Российской Федерации no-till активно осваивается в степных засушливых районах Северного Кавказа, Поволжья, Урала и Западной Сибири. Долгосрочные исследования (СибНИИЗиХ, Самарский НИИСХ, Ставропольский НИИСХ, Оренбургский ГАУ и др.) подтверждают улучшение водно-физических и биологических свойств почв, снижение засоренности и сохранение плодородия [23; 24; 25; 27; 83; 93; 162; 183]. При этом установлено, что устойчивый эффект проявляется не сразу, а через 4-10 лет («период адаптации»), в течение которых возможны временное снижение урожайности и необходимость тщательного агрономического контроля [26; 128]. Однако, некоторые ученые считают, что невозможно повсеместно внедрять No-till, так как любая технология должна быть адаптирована к конкретным почвенно-климатическим условиям [125]. Стоит не забывать и об изменении климата, который по прогнозам зарубежных авторов, может привести к снижению средней урожайности сои на 86-92 % к 2050 году относительно 2013–2017 гг. [214]. No-till в сочетании с севооборотом может повысить устойчивость сельского хозяйства к изменению климата и способствовать обеспечению продовольственной безопасности [193; 211].

В степных и засушливых зонах No-till оптимизирует структуру, повышает водопрочность агрегатов и улучшает водно-физические свойства черноземов [23; 25; 27; 38; 135; 162]. По данным Д. Г. Полякова и Ф. Г. Бакирова [128], наименьшая масса растительных остатков, при которых происходит влагосбережение, варьирует от 2 до 15 т/га. В исследованиях А. Л. Тойгильдина с соавторами [36] даже в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья, технология прямого посева имела преимущество по накоплению продуктивной влаги в почве на 11,6-16,7 мм

(на 8,1-11,7 %) по сравнению с рекомендованной технологией (с применением обработки почвы), к тому же растения более эффективно использовали продуктивную влагу, о чем свидетельствуют более низкие значения коэффициента водопотребления. Благодаря этому стало возможным в засушливых условиях получать урожаи без чистого пара [100; 132]. Накопление органического вещества и растительных остатков при такой технологии стимулирует микробиологическую активность и биологическое дыхание почвы [93; 183]. Однако в зонах достаточного увлажнения без механического рыхления наблюдается уплотнение верхних горизонтов, что лимитирует газообмен и снижает водопроницаемость [31; 64].

Отказ от механической обработки исключает один из основных способов борьбы с сорняками, что в ряде регионов приводит к увеличению численности сорных растений в 1,5-2 раза [110; 177]. В то же время, при грамотном применении гербицидов и сохранении стерни банк семян сорняков в почве снижается, а засоренность посевов остается на уровне традиционных технологий или тоже снижается [24; 40; 92]. Ключевым условием становится точный подбор препаратов и снижение норм их расхода без потери эффективности [156].

Структура урожая и фотосинтетический потенциал растений сильно зависят от густоты стояния и условий среды. При традиционной обработке формируется большая площадь листовой поверхности и фотосинтетический потенциал [40; 139; 161]. В условиях No-till, несмотря на возможное уменьшение листовой площади, отмечается рост чистой продуктивности фотосинтеза и более эффективное накопление абсолютно сухого вещества за счет лучшей обеспеченности влагой и оптимизацией микроклимата в посевах [39]. Точный подбор норм высева и сортов с развитой вегетативной массой необходим для компенсации первоначальных адаптационных потерь [25].

Клубеньковые бактерии *Rhizobium japonicum* способны обеспечить растения на 50-70 % потребности в азоте, формируя активные клубеньки на 8-20 сутки после всходов сои и достигая максимума в фазе цветения [10; 13]. Эффективность симбиоза зависит от оптимальной плотности почвы (1,10-1,25 г/см³), влажности,

температуры и pH [113; 155]. Прямой посев способствует влагонакоплению, что благоприятно для бактерий, но риск переуплотнения в верхних слоях может ограничивать аэрацию корневой системы. Совместное применение инокулянтов, фосфорно-калийных и микроудобрений (бор, молибден) усиливает азотфиксацию в 1,5-2,5 раза независимо от системы обработки почвы [20; 56; 102; 158; 159; 160].

Урожайность сои демонстрирует высокую вариативность. В ряде регионов no-till обеспечивает прирост урожая на 10-30 % по сравнению с традиционными системами [40; 134; 151]. В зонах неустойчивого увлажнения или при низкой агротехнической культуре земледелия урожайность снижается на 10-40 % [96; 145; 154]. Вспашка часто обеспечивает стабильный прирост урожая за счет оптимизации плотности почвы, снижения засоренности в начале вегетации и улучшения питания [33; 87; 101; 171]. При этом многолетние и зарубежные стационарные опыты (до 50 лет) доказывают равноценность систем при высоком уровне культуры земледелия [64; 184; 201].

Главное преимущество No-till – снижение себестоимости продукции на 21-46 % за счет сокращения затрат на топливо, технику и число проходов агрегатов [40; 63; 134; 150; 151]. Общая экономия ресурсов достигает 30-80 % [56; 111; 153]. Однако в зонах рискованного земледелия и при низкой урожайности сои (до 0,1 т/га) себестоимость единицы продукции возрастает, а рентабельность падает на 20-50 % [164].

Таким образом, переход от отвальной вспашки к системам минимальной и нулевой обработки почвы обусловлен необходимостью преодоления деградации земель, эрозии, снижения рентабельности производства. Прямой посев эффективно сохраняет влагу, снижает энергозатраты и в долгосрочной перспективе восстанавливает биологическое плодородие почв. В то же время в литературе сохраняются противоречия относительно влияния no-till на урожайность сои, агрофизическое состояние пахотного слоя, динамику засоренности, что напрямую зависит от почвенно-климатических условий зоны возделывания.

Проведенный обзор литературы показывает, что общетеоретическая обоснованность прямого посева как ресурсосберегающей стратегии подтверждена значительным объемом исследований. Вместе с тем применительно к возделыванию сои на лугово-черноземовидных почвах Амурской области ряд принципиальных вопросов остается нерешенными. В первую очередь это касается оптимизации нормы высева в условиях отсутствия механической обработки почвы, оценки влияния прямого посева на водно-физические свойства и дыхание почвы, формирования фитосанитарного фона посевов, а также реализации фотосинтетического и симбиотического потенциала растений. Действующие рекомендации по густоте стояния сои (нормы высева) получены преимущественно на фоне отвальной или глубокой безотвальной обработки и не учитывают условия, которые формируются при прямом посеве (без механической обработки почвы). В результате для Приамурья отсутствуют обоснованные технологические параметры прямого посева сои, обеспечивающие одновременное достижение продуктивности и экономической эффективности, что и определяет актуальность настоящего исследования.

ГЛАВА 2 УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводили в 2022-2024 гг. в Дальневосточном государственном аграрном университете на опытном поле в условиях ГКФХ «Сердюков А.Н.», расположенном в южной зоне Амурской области.

2.1. Климатическая характеристика зоны

Амурская область, занимающая значительную часть Дальнего Востока (11,7 % территории региона), является ключевым аграрным субъектом, где сосредоточено более трети всех сельскохозяйственных угодий и почти 60 % пашни Дальневосточного экономического региона. Рельеф территории характеризуется сочетанием горных массивов (57,5 %) и равнины (42,5 %). Основные земледельческие зоны локализованы на крупных равнинах – Зейско-Буреинской, Амурско-Зейской и Верхнезейской, что определяет специфику размещения посевных площадей.

Климат региона – резко континентальный с выраженными муссонными чертами, что обусловлено взаимодействием влияния азиатского материка и Тихого океана. Сезонная динамика климатообразующих факторов имеет четкую выраженность: в холодный период (октябрь-апрель) доминирует влияние континента, приносящего сухие воздушные массы, что формирует малоснежные зимы с устойчивой ясной погодой. Доля зимних осадков минимальная и составляет лишь 5-7 % от годового объема [178].

Температурный режим отличается значительной амплитудой. Среднегодовая температура воздуха отрицательная ($-1,6^{\circ}\text{C}$). Самый холодный месяц – январь, среднесуточная температура воздуха составляет $-28,6^{\circ}\text{C}$ с экстремальными понижениями до -40°C ; самый теплый – июль, среднесуточная температура воздуха составляет $+21,2^{\circ}\text{C}$. Глубина промерзания почвы достигает 2,5-2,8 м, что накладывает ограничения на развитие корневой системы в ранневесенний период. Весна в регионе затяжная и холодная, с дефицитом осадков и низкой

относительной влажностью воздуха (48,8-56,0 %), что создает риски влагодефицита в начале вегетации культур [2].

Вегетационный период характеризуется постепенным нарастанием теплообеспеченности. Средняя температура вегетационного периода варьирует от 13,4 °С на севере до 15,5 °С на юге области. Сумма активных температур выше +10 °С составляет 1700-1900 °С в северной зоне, 1900-2100 °С в центральной и 2100-2300 °С в южной [2].

Гидротермический режим лета и начала осени имеет решающее значение для продуктивности сои. Основная масса осадков (до 80-85 % годовой нормы) выпадает в теплый период, причем пик приходится на вторую половину лета. Среднемноголетняя сумма осадков за год составляет 498 мм, из них на летние месяцы приходится 317 мм (63,7 %), тогда как весной и осенью выпадает 68 и 101 мм соответственно [2]. Такое распределение приводит к частому дисбалансу: недостатку влаги в весенний период и избыточному увлажнению во время уборочных работ.

Таким образом, климатические условия Амурской области в целом благоприятны для возделывания районированных сортов при условии адаптации технологии возделывания к местному гидротермическому режиму.

2.2. Почвы зоны и опытного участка

Почвенный покров Амурской области отличается значительным разнообразием, что обусловлено сложным рельефом и климатическими особенностями региона. В структуре земельного фонда преобладают бурые лесные почвы (занимающие горные территории), а также луговые, лугово-черноземовидные, лугово-болотные, болотные и пойменные почвы, расположенные в речных долинах и низменностях [178].

Основной массив пахотных земель расположен на равнинной части области (Зейско-Буреинская, Амурско-Зейская и Верхнезейская равнины). Здесь доминирующим типом являются лугово-черноземовидные почвы, которые считаются наиболее плодородными на Дальнем востоке [114].

Лугово-черноземовидные почвы характеризуются мощным гумусовым горизонтом (от 10 до 50 см), имеющим темную окраску и благоприятную комковато-зернистую структуру в верхних слоях. По гранулометрическому составу эти почвы преимущественно глинистые и тяжелосуглинистые. В поверхностном слое наблюдается хорошая пористость и влагоемкость, что создает оптимальные условия для прорастания семян. В подпахотных горизонтах водопроницаемость резко снижается. В сочетании и с высокой промерзаемостью почвы это приводит к застою влаги в периоды обильных летних осадков, что является серьезным лимитирующим фактором для аэрации корневой системы [178].

Почва опытного поля – лугово-черноземовидная среднесуглинистая. Отбор почвенных образцов проводили весной перед закладкой опыта тростевым буром с пахотного слоя, по диагонали с каждой делянки опыта до глубины 30 см [50]. На опытном поле содержание гумуса в пахотном слое почвы в среднем по опыту составило 4,15 %, определенного методом И. В. Тюрина в модификации В. В. Пономаревой [49]. По Тюрину эта обеспеченность считается средняя.

Массовая доля подвижных соединений фосфора P_2O_5 и обменного калия K_2O , определенная методом А. Т. Кирсанова в модификации ЦИНАО [51; 84]; в слое 0-30 см составила 33 мг/кг почвы. Более высокое содержание P_2O_5 наблюдается в верхнем 0-10 см слое – около 46 мг/кг почвы. Однако даже такое содержание этого элемента является низким (таблица 1).

Таблица 1. Агрохимические показатели лугово-черноземовидной почвы опытного поля

Слой почвы, см	Содержание, мг/кг почвы		
	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
0-10	6,0	46,3	308
10-20	3,3	26,0	234
20-30	2,9	26,8	211
0-30	4,1	33,0	251

Массовая доля азота нитратов в 2 раза выше в верхнем 0-10 см слое почвы, чем в нижнем 20-30 см. По оценке С. А. Фокина [167] такое содержание азота и фосфора в почве является низким, а подвижных соединений калия – высоким.

2.3. Метеорологические условия проведения исследований

В наших исследованиях метеорологические условия отличались от среднееголетних данных. Более благоприятными они складывались в 2022 и 2023 годах (рисунок 1): отклонение от среднееголетних данных по годовой сумме осадков составило -26,2 мм (в 2022 году) и -28,2 мм (в 2023 году); по температуре воздуха +2,8 °С и +2,5 °С соответственно (гидротермический коэффициент составил 1,6 и 1,7).

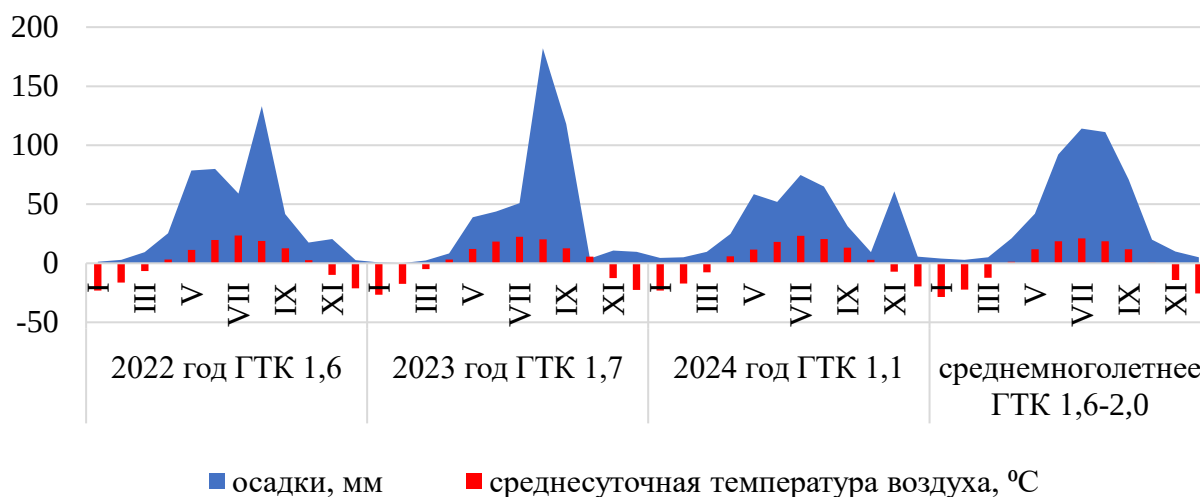


Рисунок 1 – Метеорологические условия в период исследования
(метеостанция с. Ивановка)

В 2024 году формировались засушливые условия – сумма осадков за год на 100 мм меньше среднееголетних данных, а температура воздуха в среднем за год была выше на 3,3 °С среднееголетних данных (гидротермический коэффициент 1,1).

В 2022 году характер распределения осадков в течение года был идентичным к среднееголетним данным. Так, за зимний период выпало наименьшее количество осадков – всего 7 мм. В весенний период их количество увеличилось и за три месяца составило 113,5 мм. За июль и август, период, наиболее важный для получения высокого урожая сои, выпало 191,9 мм, что меньше на 33,1 мм

средне многолетних данных за этот же период. Следует отметить, что в июле 2022 года, фаза цветения сои, выпало в два раза меньше осадков, по сравнению со средне многолетними данными (рисунок 2).

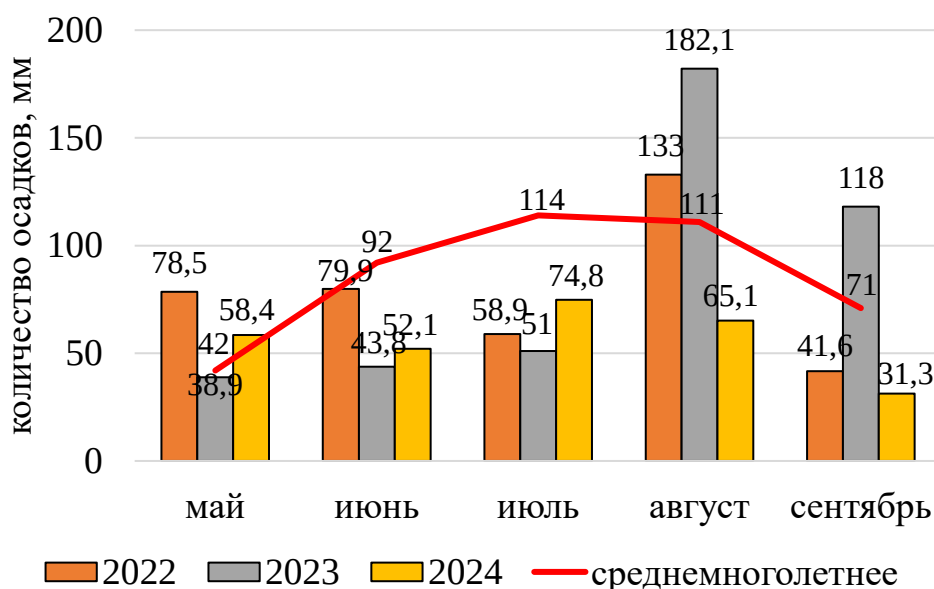


Рисунок 2 – Среднемесячная сумма осадков в период вегетации сои, мм
(метеостанция с. Ивановка)

В целом 2022 год был на 2,8 °С теплее средне многолетних показателей. Самый холодный месяц январь был теплее на 5,4 °С, а самый теплый (июль) – на 2,3 °С жарче (рисунок 3).

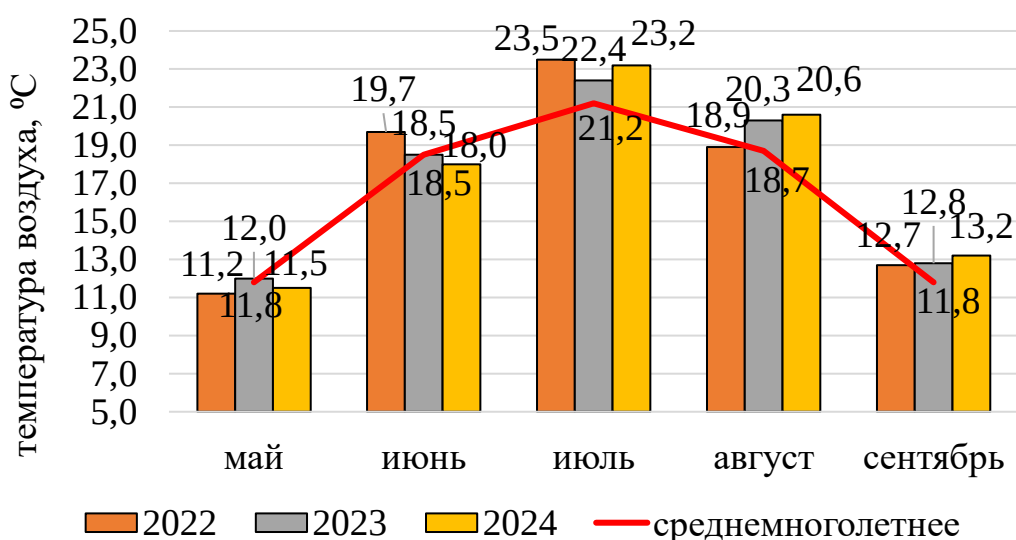


Рисунок 3 – Среднемесячная температура воздуха в период вегетации сои, мм
(метеостанция с. Ивановка)

В 2023 году характер распределения осадков в течение года был так же аналогичным: наименьшее количество осадков выпало в зимний период (10,5 мм), наибольшее – в летний период (276,9 мм). Следует отметить, июнь и июль были засушливыми (на 111 мм меньше среднемноголетних данных), однако, в августе и сентябре выпало на 118 мм осадков больше среднемноголетних данных, поэтому в период налива семян сои, из-за переувлажнения, сложились неблагоприятные условия (рисунок 2). Среднегодовая температура воздуха составила 0,9 °С, что на 2,5 °С больше среднемноголетних данных и на 0,3 °С меньше 2022 года (рисунок 3).

В 2024 году недостаток влаги пришелся на летне-осенний период, на основной период вегетации сои. Так, в июне выпало всего 52,1 мм, тогда как по среднемноголетним данным за этот месяц выпадает 92 мм осадков. В июле и августе в среднем выпало на 38% меньше нормы, в сентябре – на 57% (рисунок 2). Этот год оказался очень теплым, так как среднесуточная температура воздуха составила 1,7 °С (в среднем за год) при среднемноголетних данных -1,6 °С. Это произошло в связи с тем, что в 2024 году морозы раньше отступили весной и позже пришли в осенний период. Так, в марте и ноябре среднесуточная температура была выше в 2 раза, по сравнению с многолетними данными. Следует так же отметить, что в засушливый период (июль, август, сентябрь) температура воздуха была выше на 2 °С среднесуточной нормы. Это конечно же отразилось на цветении и формировании бобов сои (рисунок 3).

В целом период вегетации сои в 2022-2024 гг. характеризовался устойчивой тенденцией к потеплению, со среднемесячными температурами, превышающими среднемноголетние значения, особенно в летние месяцы (июль, август); 2024 год был самым теплым в этот период. В принципе, такие температурные условия, при наличии достаточного увлажнения являются благоприятными для сои, ускоряя ее развитие и потенциально увеличивая урожайность. Однако, в сочетании с дефицитом осадков (как в 2024 году), высокие температуры могут привести к стрессовым условиям для растений.

2.4. Объект, схема и методика проведения исследования

Объект исследования – соя, сорт Дебют, созданный в Дальневосточном государственном аграрном университете. Включен в реестр селекционных достижений в 2022 году [54]. Он характеризуется как среднеспелый, длина вегетационного периода от всходов до хозяйственной спелости 105-113 дней. Детерминантный тип роста, куст прямой с ограниченным количеством ветвей. Цветки белые, собранные по 7-10 цветков в среднецветковую кисть. Бобы желто-бурого цвета с рыжим опушением, среднеизогнутые, заостренные, содержат от 2 до 4 семян. Семена желтого цвета, гладкие, блестящие, шаровидные. Рубчик короткий, линейный, имеет цвет семени. Семена содержат 40,3-42,0 % белка, 16,7-18,3 % жира, масса 1000 семян составляет 169-186 г.

Предмет исследования – реакция сои на возделывание по технологии прямого посева в сравнении с рекомендованной технологией при разных нормах высева.

Схема опыта:

Фактор А – технология возделывания сои:

- 1) прямой посев;
- 2) рекомендованная технология (контроль).

Фактор В – норма высева всхожих семян сои:

- 1) 400 тыс. шт./га;
- 2) 500 тыс. шт./га;
- 3) 600 тыс. шт./га;
- 4) 700 тыс. шт./га (контроль).

Делянки в опыте размещены в 1 ярус. Повторность вариантов опыта четырехкратная, площадь учетной делянки 900 м² (ширина – 9 м, длина – 100 м) (таблица А.2).

Определение содержания продуктивной влаги проводили на глубину 50 см послойно через каждые 10 см термостатно-весовым методом. Отбор проб проводили в два срока: после посева сои и в фазе полной спелости. В лабораторных

условиях образцы высушивали в сушильном шкафу при температуре 100-105 °С до достижения абсолютно сухого состояния. Массовую влажность почвы (%) рассчитывали по разности массы сырого и высушенного образца [52; 77]. Пересчет массовой влажности в запасы продуктивной влаги (мм) для каждого 10-см слоя выполняли с учетом фактической объемной массы (плотности сложения) почвы, определяемой параллельно.

Плотность почвы определяли в слоях 0-10 см, 10-20 см, 20-30 см, 30-40 см, 40-50 см после посева сои и в фазе полной спелости методом режущего кольца [53; 77]. Отбор проб проводили с помощью металлического кольца с заостренным нижним краем, который вдавливали в почву вертикально, избегая уплотнения или разрушения естественной структуры. В лаборатории образцы взвешивали для определения сырой массы с тарой. С учетом массовой влажности почвы и объема режущего кольца проводили расчеты плотности сложения.

Определение капиллярной влагоемкости проводили в слоях 0-10 см, 10-20 см, 20-30 см, 30-40 см, 40-50 см после посева сои и в фазе полной спелости методом насыщения в цилиндрах [41]. Образцы отбирали металлическими кольцами известного объема, обеспечивая сохранение естественного сложения. Цилиндры с почвенными образцами устанавливали на поддон с увлажненным фильтром для обеспечения медленного капиллярного подтопления снизу вверх. После насыщения образцы взвешивали для определения массы почвы при капиллярной влагоемкости, после чего высушивали в сушильном шкафу при температуре 100-105 °С до абсолютно сухого состояния для определения массы сухой почвы. Капиллярную влагоемкость рассчитывали в процентах к массе сухой почвы как отношение массы воды, удерживаемой в капиллярных порах, к массе абсолютно сухой почвы.

Оценку потоков CO₂ осуществляли методом закрытых камер по изменению концентрации в непрозрачных цилиндрических камерах высотой 20 см и диаметром 10 см, установленных в почву на глубину 4-7 см. Измерение концентрации углекислого газа в замкнутой системе камера-устройство проводили

прибором, выполненными на основе портативного инфракрасного CO₂-газоанализатора AZ 7752 (AZ Instrument Corp., Тайвань), предварительного откалиброванного по высокоточному CO₂-анализатору Li-6200 (LiCor, Небраска, США). Одновременно с замерами концентрации измеряли температуру почвы на глубине 10 см и приземного слоя воздуха с помощью термометра с выносным датчиком Chectemp1 (Hanna Instruments).

Засорённость посевов оценивали количественно-весовым методом [77]. Учеты проводили в фазу первого тройчатого листа сои (до проведения гербицидных обработок) и в фазу образования бобов (после проведения гербицидных обработок). На каждой учетной делянке в пределах рамки (0,25 м²) проводили сплошной учет всех сорных растений с идентификацией каждого вида, а также растений сои. Для каждого вида и в целом по пробе определяли сырую и воздушно-сухую массу путем взвешивания. На основе полученных данных для каждого варианта опыта проводили оценку влияния изучаемых факторов на сырую и надземную массу сорняков, видовой состав сорняков (шт./м²), сырую массу сорных растений в посевах сои (г/м²).

Полевую всхожесть определяли методом прямого учета проросших растений в пределах рамки площадью 1 м² с последующим пересчетом в процентном отношении к норме высева по формуле (1) [130].

$$ПВ = \frac{ЧВ \times 100}{НВ} \%, \quad (1)$$

где ЧВ – число всходов, шт./м²; НВ – норма высева всхожих семян шт./м²; 100 – число для выражения полевой всхожести в процентах.

Фотосинтетическую деятельность растений сои оценивали путем определения площади листовой поверхности, фотосинтетического потенциала и чистой продуктивности фотосинтеза в соответствии с общепринятыми методиками [108; 147]. Учеты проводили в три фазы: начало цветения, образование бобов и налив семян. С делянок каждого варианта отбирали пробы растений с рамки площадью 0,25 м². Листовую массу отделяли от стеблей, после чего методом

высечек отбирали пробу кружками известной площади. Пробы высечек и оставшуюся общую листовую массу высушивали до воздушно-сухого состояния. Площадь листовой поверхности учетных растений рассчитывали через удельную массу листа (отношение массы высечек к их площади), с последующим пересчетом сухой массы всех листьев растений в площадь м^2 на одно растение и затем на 1 га с учетом фактической густоты стояния растений. На основе динамики площади листовой поверхности и накопления сухой биомассы рассчитывали фотосинтетический потенциал по формуле (2) и чистую продуктивность фотосинтеза по формуле (3).

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

где S_1 и S_2 – площадь листьев, $\text{м}^2/\text{га}$; T – период времени, дни

$$\text{ЧПФ} = \frac{B_2 - B_1}{0,5 \times (S_1 + S_2) \times n} \text{ г/м}^2 \text{ в сутки,} \quad (3)$$

где B_1 и B_2 – сухая масса растений в конце и начале учетного периода, г; S_1 и S_2 – площадь листьев, $\text{м}^2/\text{га}$; n – число дней между определениями.

Учет урожая проводили механизировано, путем прокоса комбайном John Deere W 540 в фазу полной спелости семян. Данные об урожае с учетной площади переводили на урожайность с 1 га, выражаемую в т/га и пересчитывали на стандартную влажность семян 12 %.

Структуру урожая определяли путем отбора по 25 растений с каждой делянки опыта в фазу полной спелости семян и проводили анализ снопового образца по следующим показателям [147]: высота растений, высота прикрепления нижнего боба, количество бобов на одном растении, количество семян на одном растении, продуктивность одного растения.

Расчеты показателей экономической эффективности возделывания сои проводились на основе сопоставления ряда показателей (себестоимость единицы продукции, прибыль, уровень рентабельности и др.) по технологическим картам возделывания с учетом рыночных цен за каждый год исследования [37; 71].

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с применением методов вариационной статистики в соответствии с общепринятыми методиками полевых агрономических опытов [62]. Оценку достоверности различий между вариантами опыта по изучаемым показателям проводили методом дисперсионного анализа с использованием программы Microsoft Excel. Различия между вариантами считали статистически достоверными при уровне значимости $p < 0,05$. Для выявления взаимодействия между урожайностью сои и изучаемыми факторами (масса клубеньков, фотосинтетический потенциал) проводили корреляционный анализ с расчетом коэффициента парной корреляции Пирсона с использованием программы Statistical correlation coefficient calculator.

2.5. Технология возделывания сои в опыте

Сою возделывали в севообороте: кукуруза на зерно – соя. Севооборот развёрнут в пространстве всеми полями. Изучали технологию возделывания сои с весенней безотвальной обработкой почвы (далее рекомендованная технология) и технологию её возделывания без обработки почвы (далее прямой посев). При возделывании сои по рекомендованной технологии проводили весеннее двукратное дискование на глубину 16-18 см и 6-8 см. Семена протравливали фунгицидом Флудимакс, КС (флудиоксанил, 25 г/л) в дозе 2 л/т и инсектицидом Круйзер 600, КС (тиаметоксам, 600 г/л) в дозе 0,5 л/т. Посев проводили в третьей декаде мая сеялкой AMAZONE Primera DMC 9000 шириной 9 м (ширина междурядий 18,75 см). Одновременно с посевом вносили удобрение сульфоаммофос ($N_{20}:P_{20}:S_{14}$) дозой 50 кг/га (ф.в.) в строчку вместе с семенами. По рекомендованной технологии проводили прикатывание катком Guttler после посева. При возделывании сои по технологии прямого посева вносили гербицид сплошного действия Кайман, ВР (глифосат изопропиламинная соль, 360 г/л) в дозе 2 л/га опрыскивателем AMAZONE UX 5200 шириной 36 м после посева до всходов сои (третья декада мая). Последующие приемы ухода за посевами были одинаковыми на двух вариантах: опрыскивание посевов баковой смесью гербицидов Базагран, ВР (бентазон, 480г/л) в дозе 1,6 л/га + Тифенс, ВДГ

(тифенсульфурон-метил, 750 г/л) в дозе 0,006 кг/га + Команч, КЭ (кломазон, 480г/л) в дозе 0,4 л/га против двудольных сорняков во второй декаде июня (фаза первый тройчатый лист), против однодольных сорняков гербицидом Легат, КЭ (клетодим, 240 г/л) в дозе 0,4 л/га в первой декаде июля (фаза третий тройчатый лист); фунгицидом Амистар Голд, СК (азоксистробин, 125 г/л, дифеконазол, 125 г/л) в дозе 1 л/га и инсектицидом Клотиамет Дуо, КС (клотианидин, 140 г/л, лямбда-цигалотрин, 100 г/л) в дозе 0,25 л/га – в третьей декаде июля (фаза ветвление – образование бобов). Уборку урожая сои проводили в фазе полной спелости (2 декада октября) комбайном John Deere W 540 (таблица А.3).

ГЛАВА 3 ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМОВИДНОЙ ПОЧВЫ

3.1. Количество растительных остатков предшествующей кукурузы

В системе почвозащитного и ресурсосберегающего земледелия растительные остатки выполняют многофункциональную роль [131]. Во-первых, они служат основным источником возобновления запасов гумуса, обеспечивая долгосрочное поддержание плодородия почвы [86; 180]. Во-вторых, мульчирующий слой на поверхности поля создает микроклиматические условия приповерхностного горизонта: снижает амплитуду суточных колебаний температуры, уменьшает испарение влаги, предотвращает образование почвенной корки и эрозионные потери [190]. В-третьих, растительные остатки играют важную роль в отношении засоренности посевов, так как мульча создает механическое препятствие для роста проростков сорняков, особенно видов с мелкими семенами и слабой энергией прорастания [85; 185].

Обработка почвы является определяющим фактором, регулирующим количество растительных остатков кукурузы на поверхности почвы в предпосевной период сои. При рекомендованной технологии масса таких остатков перед посевом сои варьировала от 1,04 до 1,25 т/га в течение трехлетнего периода исследований, тогда как при прямом посеве данный показатель был статистически достоверно выше и составлял 8,55-10,20 т/га (таблица 2). В среднем за три года наблюдается устойчивая тенденция: при прямом посеве средняя масса растительных остатков составила 9,39 т/га, что в 8,5 раза превышает аналогичный показатель в варианте с рекомендованной технологией (1,11 г/м²). Это связано с тем, что при рекомендованной технологии применяется обработка почвы, при которой растительные остатки измельчаются и заделываются в почву, а при прямом посеве обработки почвы исключается и растительные остатки полностью остаются на поверхности почвы.

Таблица 2 – Влияние технологии возделывания на массу растительных остатков кукурузы перед посевом сои, т/га

Технология	Год			Среднее
	2022	2023	2024	
Рекомендованная	9,43	8,55	10,20	9,39
Прямой посев	1,04	1,04	1,25	1,11
НСР ₀₅	0,44	0,39	0,29	0,22

Высокий уровень накопления растительных остатков на поверхности почвы при прямом посеве оказывает многофакторное влияние на агрофизические свойства лугово-черноземовидной почвы.

3.2. Плотность почвы

Прямой посев сельскохозяйственных культур изучается в различных регионах Российской Федерации. Многие исследования проводятся на черноземах, которые изначально обладают благоприятными агрофизическими свойствами и переход на технологию прямого посева их не ухудшает [28; 80; 121]. По всем показателям плодородия луговые черноземовидные почвы превосходят черноземы благодаря лучшему водному режиму и залеганию грунтовых вод на глубине 3-5 м. Они обладают зернистой водопрочной структурой, высокой пористостью гумусовых горизонтов, наилучшей водопроницаемостью, высокой водоудерживающей способностью. Однако, луговые черноземовидные почвы в большинстве характеризуются более тяжелым гранулометрическим составом и более высокой плотностью [114].

В наших исследованиях в 2022 году после появления всходов сои (по состоянию на 06.06.22 года) плотность почвы на варианте с прямым посевом сои находилась в пределах 1,46 г/см³ (в 0-50 см слое почвы), а на варианте с рекомендованной технологией она была существенно (0,09 г/см³) ниже и составила 1,37 г/см³ при НСР₀₅ 0,08 г/см³ (таблица Б.1). Более рыхлая почва на этом варианте сформировалась в основном за счет верхнего 0-20 см слоя, который обрабатывался

перед посевом сои и плотность была ниже на $0,09 \text{ г/см}^3$ по сравнению с вариантом, где проводился прямой посев сои без обработки почвы. После уборки сои (по состоянию на 20.10.22 года) существенная разница была только в верхнем 0-20 см слое: при прямом посеве сои почва была более рыхлой ($1,32 \text{ г/см}^3$), а на варианте с рекомендованной технологией – более плотной ($1,37 \text{ г/см}^3$) при НСР₀₅ $0,02 \text{ г/см}^3$ [46]. Обратное соотношение плотности к концу вегетации на варианте с прямым посевом может быть связано с положительным влиянием корневой системы сои.

В 2023 году, после появления всходов сои (по состоянию на 07.06.23 года) плотность почвы верхнего 0-20 см слоя была равноценна. Однако в нижних слоях (20-50 см) на варианте с рекомендованной технологией плотность была существенно выше, по сравнению с прямым посевом, и составила $1,54 \text{ г/см}^3$. При этом в среднем по изучаемым слоям (0-50 см) существенной разницы между обработкой почвы и прямым посевом не наблюдалось (таблица Б.2). После уборки сои (по состоянию на 29.10.23 года) верхний слой почвы (0-20 см) стал более плотным на варианте с рекомендованной технологией – $1,37 \text{ г/см}^3$, тогда как на варианте с прямым посевом плотность составила $1,29 \text{ г/см}^3$ (при НСР₀₅ $0,05 \text{ г/см}^3$). В нижних слоях (20-50 см) существенной разницы не наблюдалось. В среднем в полуметровом слое почвы ее плотность была выше на варианте с обработкой почвы.

В 2024 году более рыхлое состояние 0-20 см слоя почвы в период массового появления всходов сои формировалось в варианте прямым ее посевом (таблица Б.3). Пожнивные остатки, которые сформировались на поверхности почвы при прямом посеве предотвратили «заплывание» поверхности и образование почвенной корки, тогда как на обработанном варианте (рекомендованная технология), где растительные остатки распределялись по обработанному слою и поверхность почвы осталась «голой», после дождей образовывается почвенная корка, что может приводить к уплотнению верхнего слоя. При этом в нижних слоях почвы (20-50 см) и в среднем по изучаемой глубине прямой посев сои и рекомендованная технология оказывали равноценное влияние на плотность почвы

($F_{\phi} < F_{05}$). После уборки сои существенная разница между изучаемыми вариантами нивелировалась в слое 0-20 см, но более плотной она оказалась в слое 20-50 см в варианте рекомендованной технологией (1,52 г/см³). Это связано с совокупным действием механического уплотнения техникой (традиционная обработка почвы, особенно на глубину 18-22 см, может создавать уплотнённый переходный горизонт на границе обработки, а повторные проходы тяжелой техники в условиях недостаточной влажности усиливают этот эффект) и развитием корневой системы сои (в варианте с прямым посевом корневая система сои активнее развивается и проникает вглубь, увеличивая пористость).

Следует отметить, что в первый год исследования, после появления всходов сои, более рыхлое состояние почвы наблюдалось при рекомендованной технологии; на второй год исследования более рыхлой она была при прямом посеве, но только в нижних слоях почвы (20-50 см); на третий год исследования более рыхлое состояние почвы наблюдалось при прямом посеве только в верхнем 0-20 см слое. После уборки сои в первый и второй год проведения исследования более плотная почва формировалась при рекомендованной технологии в слое 0-20 см, на третий год – в слое 20-50 см.

В среднем за 3 года изучаемые технологии возделывания сои оказывали равноценное влияние на плотность почвы, как после всходов сои, так и после ее уборки (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние технологии возделывания на плотность почвы в посевах сои, г/см³ (среднее за 2022-2024 гг.)

Слой почвы, см	Всходы сои		НСР ₀₅	После уборки сои		НСР ₀₅
	прямой посев	рекомендованная технология		прямой посев	рекомендованная технология	
0-20	1,31	1,29	$F_{\phi} < F_{05}$	1,30	1,33	$F_{\phi} < F_{05}$
20-50	1,48	1,48	$F_{\phi} < F_{05}$	1,42	1,45	$F_{\phi} < F_{05}$
0-50	1,40	1,39	$F_{\phi} < F_{05}$	1,36	1,39	$F_{\phi} < F_{05}$

Значения в верхнем 0-20 см слое находятся в диапазоне 1,29-1,33 г/см³, что близко к оптимальным показателям для зернобобовых культур. В фазу всходов сои плотность 0-20 см слоя при прямом посеве составила 1,31 г/см³, а при рекомендованной технологии – 1,29 г/см³. Разница между вариантами составила 0,02 г/см³ и оказалась статистически недостоверной ($F_{\phi} < F_{05}$). В слое 20-50 см показатели плотности были идентичными для обеих технологий и составили 1,48 г/см³. После уборки сои при прямом посеве плотность почвы сохранилась на том же уровне (1,30 г/см³), тогда как при рекомендованной технологии она возросла до 1,33 г/см³. Однако эта разница (0,03 г/см³) была не существенна ($F_{\phi} < F_{05}$). В слое 20-50 см после уборки сои отмечено снижение плотности по сравнению с фазой всходов на обоих вариантах: с 1,48 до 1,42 г/см³ при прямом посеве и с 1,48 до 1,45 г/см³ при рекомендованной технологии. Данное явление, на наш взгляд, объясняется развитием корневой системы сои, которая способствует формированию более рыхлого строения почвы.

3.3. Общая пористость почвы

Лучшее сложение почвы доказывает и состояние ее пористости. Так, в 2022 году после появления всходов сои общая пористость была выше на 4,3 % на варианте с рекомендованной технологией, по сравнению с прямым посевом (таблица Б.1). Однако, после уборки сои общая пористость этого слоя увеличилась на варианте с прямым посевом и составила 49,8 %, что существенно превышает другой вариант [46].

В 2023 году после появления всходов сои общая пористость в слое 20-50 см была существенно выше на варианте с прямым посевом. При этом, как в верхнем слое почвы, так и в 0-50 см слое она была равноценна на двух вариантах. После уборки сои более рыхлое сложение почвы сформировалось на варианте с прямым посевом за счет зачет естественной «биопористости» и защиты поверхности растительными остатками: в слое 0-50 см общая пористость составила 48,2 %, тогда как на варианте с рекомендованной технологией – 46,6%, разница между вариантами была существенна (таблица Б.2).

В 2024 году после появления всходов сои изучаемые технологии возделывания оказывали равнозначное влияние на общую пористость почвы ($F_{\phi} < F_{05}$). После уборки сои данный показатель был существенно выше в слое 20-50 см в варианте с прямым посевом – 44,9 %. В варианте с рекомендованной технологией он был на 3,1 % ниже и составил 41,8 % (при НСР₀₅ 2,1%) (таблица Б.3).

В среднем за три года изучаемые технологии возделывания сои оказывали равноценное влияние на общую пористость почвы (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние технологии возделывания на общую пористость почвы в посевах сои, % (среднее за 2022-2024 гг.)

Слой почвы, см	Всходы сои		НСР ₀₅	После уборки сои		НСР ₀₅
	прямой посев	рекомендованная технология		прямой посев	рекомендованная технология	
0-20	49,7	50,6	$F_{\phi} < F_{05}$	50,4	49,3	$F_{\phi} < F_{05}$
20-50	42,7	43,2	$F_{\phi} < F_{05}$	45,6	44,3	$F_{\phi} < F_{05}$
0-50	46,2	46,9	$F_{\phi} < F_{05}$	48,0	46,8	$F_{\phi} < F_{05}$

В фазу всходов сои общая пористость 0-20 см слоя при прямом посеве составила 49,7 %, а при рекомендованной – 50,6 %. Разница между вариантами (0,9 %) оказалась статистически недостоверной ($F_{\phi} < F_{05}$). В слое 20-50 см показатели пористости были так же близкими и составили 42,7 и 43,2 % соответственно. После уборки сои в слое 0-20 см при прямом посеве пористость возросла с 49,7 до 50,4 %, тогда как при рекомендованной технологии она снизилась с 50,6 до 49,3 %. Данное явление находится в обратной зависимости от изменения плотности почвы, что показывают результаты регрессионного анализа (рисунок 4).

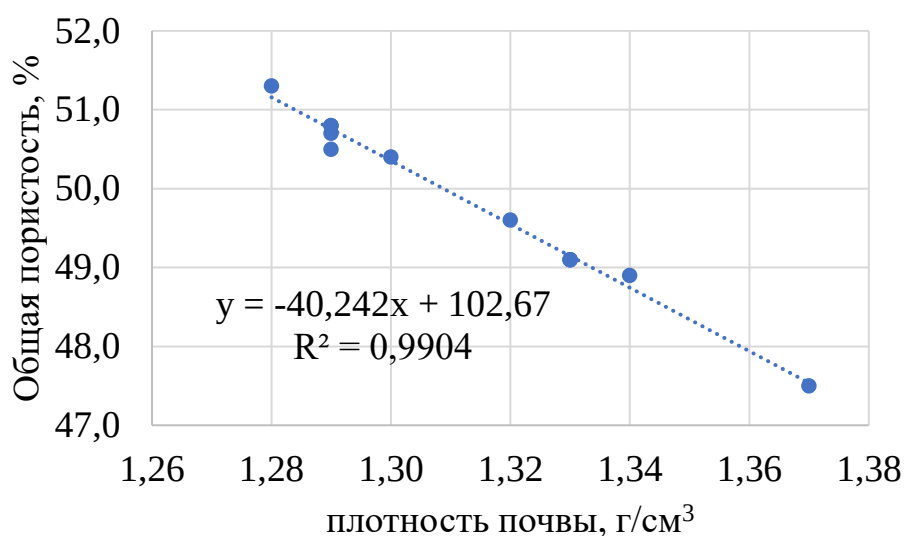


Рисунок 4 – Регрессионная модель взаимосвязи общей пористости и плотности почвы в слое 0-20 см после уборки сои (среднее за 2022-2024 гг.)

Коэффициент детерминации равен 0,990, значит 99,0 % вариации показателя общей пористости обусловлено изменением плотности почвы. Коэффициент регрессии (-40,2) показывает, что увеличение плотности почвы на каждые 0,01 г/см³ влечет за собой снижение общей пористости в среднем на 0,4 абсолютных процентов.

3.4. Содержание в почве воздуха

В 2022 году большая часть пор была занята влагой, так как содержание воздуха в верхнем 0-20 см слое было менее 15% (физиологически минимальным запасом воздуха в почве) (таблица Б.1). Но все-таки более высокое содержание воздуха в почве сформировалось на варианте с прямым посевом именно после уборки сои – 12 %, тогда как на варианте с рекомендованной технологией оно составило всего 7,3 % [46].

В 2023 году после появления всходов сои изучаемые варианты оказывали равноценное влияние на данный показатель. Однако после ее уборки, на варианте с рекомендованной технологией, содержание воздуха в слое 0-50 см было ниже и составило 10,2 %, а на варианте с прямым посевом – 12,8 % (при НСР₀₅ 1,8%). Однако даже этого количества пор, занятых воздухом, – недостаточно для нормального воздухообмена (содержание воздуха в почве должно быть в пределах

15-25%). И только в верхнем 0-20 см слое почвы на варианте с прямым посевом содержание воздуха превысило физиологически минимальный его запас и составило 15,8% (таблица Б.2).

В 2024 году прямой посев сои и рекомендованная технология оказывали равнозначное влияние на содержание воздуха по всем изучаемым слоям почвы. Следует отметить, что только в верхнем 0-20 см слое оно было более 15% в варианте с прямым посевом сои. После уборки сои в среднем по слою 0-50 см количество пор, занятых воздухом, превысило физиологически минимальный запас воздуха в почве при обеих технологиях, и при прямом посеве этот показатель составил 15,7 %, а при рекомендованной технологии – 17,1 %, однако эта разница была не существенна ($F_{\phi} < F_{05}$) (таблица Б.3).

Следует отметить, что в 2022 году (с более благоприятными условиями увлажнения) количество пор, занятых воздухом, было меньше в среднем по опыту на 2,5 %, по сравнению с 2023 годом и на 4,2 %, по сравнению с 2024 годом.

В среднем за три года изучаемые технологии возделывания сои оказывали равноценное влияние на содержание воздуха в 0-50 см слое почвы (таблица 5).

Таблица 5 – Влияние технологии возделывания на содержание в почве воздуха в посевах сои, % (среднее за 2022-2024 гг.)

Слой почвы, см	Всходы сои		НСР ₀₅	После уборки сои		НСР ₀₅
	прямой посев	рекомендованная технология		прямой посев	рекомендованная технология	
0-20	13,1	13,8	$F_{\phi} < F_{05}$	15,2	14,2	$F_{\phi} < F_{05}$
20-50	5,9	6,4	$F_{\phi} < F_{05}$	11,1	10,1	$F_{\phi} < F_{05}$
0-50	9,5	10,1	$F_{\phi} < F_{05}$	13,1	12,2	$F_{\phi} < F_{05}$

В фазу всходов сои при рекомендованной технологии содержание воздуха в верхнем 0-20 см слое составило 13,8 %, при прямом посеве на 0,7 % меньше, но эта разница статистически не достоверная ($F_{\phi} < F_{05}$). В нижних слоях почвы (20-50 см) разница между вариантами технологии возделывания составили 0,5 % в пользу рекомендованной технологии, однако она была не существенна ($F_{\phi} < F_{05}$). Несколько

более высокие значения при рекомендованной технологии обусловлены проводимой предпосевной обработкой почвы, что временно может увеличивать пористость почвы. После уборки сои в слое 0-20 см при рекомендованной технологии содержание воздуха в почве увеличилось с 13,8 до 14,2 %, а при прямом посеве с 13,1 до 15,2 %, достигнув нижней границы оптимального диапазона. Наиболее выраженные изменения после уборки сои наблюдались в слое 20-50 см, где содержание воздуха увеличилось практически вдвое: с 5,4 до 10,1 % при рекомендованной технологии и с 5,9 до 11,1 при прямом посеве. Данное явление объясняется рыхлящим воздействием корневой системы сои, которая способствует улучшению аэрации. Содержание воздуха в среднем по изучаемому профилю (0-50 см) после уборки сои составила 12,2 % при рекомендованной технологии и 13,1 % при прямом посеве. Несмотря на то, что разница между вариантами (0,9 %) не достигла уровня статистической значимости ($F_{\phi} < F_{05}$), прослеживается четкая тенденция к лучшему воздушному режиму всего почвенного профиля при прямом посеве к концу вегетационного периода.

3.5. Содержание общей и продуктивной влаги

Общие запасы влаги в 2022 году в 0-50 см слое почвы варьировали от 181 мм до 192,7 мм и существенно не различались по изучаемым вариантам во все сроки определения (таблица Б.1).

В 2023 году к моменту появления всходов сои общие запасы составляли в слое 0-50 см 174,3 мм при прямом посеве, 177,3 мм при рекомендованной технологии и существенной разницы не наблюдалось (таблица Б.2). После уборки сои больше влаги было накоплено в варианте с рекомендованной технологией. Аналогичная ситуация сложилась и с доступными для растений запасами влаги (таблица Б.2). Как сказано выше, это связано с более лучшим развитием растений сои, а также с существенно большей общей пористостью почвы (на 1,6 абсолютных процентов) на варианте прямого посева, которая, за счет дренажа лишней влаги позволила лучше справиться с переувлажнением почвы данного периода.

В 2024 году после массового появления всходов сои общие запасы влаги в слое 0-20 см варьировали от 74,8 мм при прямом посеве до 76,4 мм при рекомендованной технологии, запасы доступной влаги от 41,0 до 41,5 мм соответственно. Однако эта разница находилась в пределах ошибки опыта ($F_{\phi} < F_{05}$). Однако в более глубоких слоях почвы (20-50 см) как общие запасы влаги, так и доступные для растений были выше в варианте с прямым посевом в сравнении с рекомендованной технологией (на 3,9 и 3,3 мм соответственно). После уборки сои накопление и сохранение влаги больше наблюдалось во всех изучаемых слоях почвы в варианте с прямым посевом и в среднем в слое 0-50 см общие запасы влаги на этом варианте составили 158,9 мм, а доступные для растений – 65,7 мм, тогда как в варианте с рекомендованной технологией эти показатели были ниже на 11,0 и 13,4 мм (таблица Б.3).

Однако в среднем за 3 года, изучаемые технологии оказывали равноценное влияние как на общие запасы влаги, так и на доступные для растений во все сроки определения этих показателей (таблица 6).

Таблица 6 – Влияние технологии возделывания на содержание в почве общих и доступных запасов влаги в посевах сои, мм (среднее за 2022-2024 гг.)

Слой почвы, см	Всходы сои		НСР ₀₅	После уборки сои		НСР ₀₅
	прямой посев	рекомендо- ванная технология		прямой посев	рекомендо- ванная технология	
Общие запасы влаги						
0-20	75,3	73,6	F _ф <F ₀₅	70,2	69,2	F _ф <F ₀₅
20-50	111,6	110,9	F _ф <F ₀₅	102,5	101,9	F _ф <F ₀₅
0-50	186,8	184,5	F _ф <F ₀₅	172,6	170,9	F _ф <F ₀₅
Запасы доступной влаги						
0-20	40,1	38,8	F _ф <F ₀₅	35,2	33,4	F _ф <F ₀₅
20-50	51,1	50,8	F _ф <F ₀₅	45,0	42,8	F _ф <F ₀₅
0-50	91,2	89,6	F _ф <F ₀₅	80,1	76,2	F _ф <F ₀₅

В фазу всходов сои доступные запасы влаги в слое 0-20 см при рекомендованной технологии составили 38,8 мм, при прямом посеве 40,1 мм (разница не существенная, $F_{\phi} < F_{05}$). Эти значения находятся в пределах

оптимального диапазона и обеспечивают благоприятные условия для прорастания семян и начального развития растений. В слое 20-50 и в сумме по профилю 0-50 см запасы влаги были идентичными при обеих технологиях возделывания сои.

После уборки сои в верхнем 0-20 см слое при рекомендованной технологии запасы доступной влаги составили 33,4 мм, при прямом посеве они были больше на 1,8 мм, в нижнем 20-50 см слое разница между изучаемыми технологиями увеличилась до 2,2 мм, а в целом по профилю 0-50 см до 3,9 мм в пользу прямого посева. Разница оказалась статистически недостоверной ($F_{\phi} < F_{05}$). Однако прослеживается устойчивая тенденция к лучшему сохранению продуктивной влаги при прямом посеве.

3.6. Капиллярная влагоемкость

Капиллярная влагоемкость почвы в 2022 году во все сроки определения находилась в оптимальных параметрах (таблица Б.1). В период появления всходов сои эти значения были существенно выше в варианте с рекомендованной технологией – 32,7 %, тогда как на варианте с прямым посевом капиллярная влагоемкость составила 28,6 %. При этом следует отметить, что к моменту уборки сои капиллярная влагоемкость почвы была равноценна при обеих технологиях и находилась в пределах 34,1-34,4 % в 0-50 см слое почвы.

В 2023 году после появления всходов сои капиллярная влагоемкость была существенно ниже в варианте с рекомендованной технологией в верхнем 0-20 см слое и в среднем в полуметровом слое. В нижних слоях почвы (20-50 см) она существенно не отличалась по изучаемым вариантам и находилась на уровне 26,6-28,5 %. После уборки сои капиллярная влагоёмкость почвы так же была ниже в целом по слою 0-50 см в варианте с рекомендованной технологией несмотря на то, что существенной разницы в слое 20-50 см по изучаемым вариантам не наблюдалось (таблица Б.2).

В 2024 году после появления всходов сои изучаемые технологии оказывали равноценное влияние на капиллярную влагоемкость всего полуметрового слоя, однако ее значения в верхнем 0-20 см слое находились на уровне 38,0-40,3 %, что

свидетельствует о высокой водоудерживающей способности при обеих технологиях. А вот после уборки сои в варианте с рекомендованной технологией капиллярная влагоемкость в верхнем 0-20 см слое почвы составила 45,9 %, что было существенно выше варианта с прямым посевом (41,4 %). При этом в нижних слоях почвы (20-50 см) она не выходила за пределы 30 % при обеих технологиях. В среднем в полуметровом слое она находилась в оптимальных параметрах, но была выше в варианте с рекомендованной технологией на 2 % в сравнении с прямым посевом, и эта разница существенна (таблица Б.3).

В среднем за три года изучаемые технологии оказывали равноценное влияние на капиллярную влагоёмкость всего полуметрового слоя в период массового появления всходов сои (таблица 7).

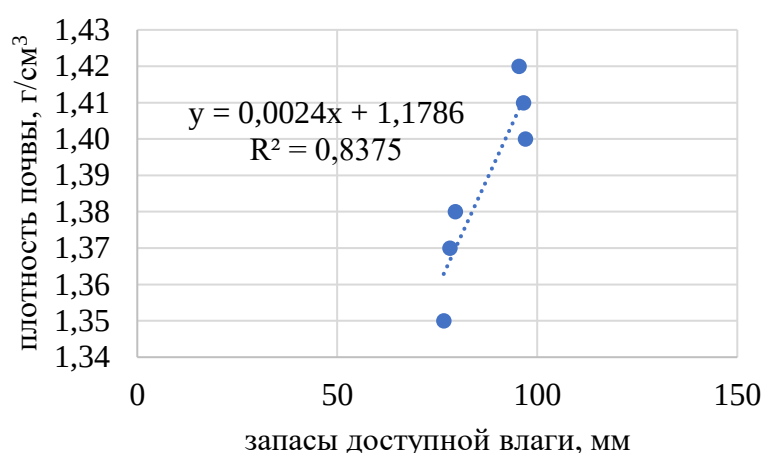
Таблица 7 – Влияние технологии возделывания на капиллярную влагоемкость в посевах сои, % (среднее за 2022-2024 гг.)

Слой почвы, см	Всходы сои		НСР ₀₅	После уборки сои		НСР ₀₅
	прямой посев	рекомендованная технология		прямой посев	рекомендованная технология	
0-20	38,5	37,8	$F_{\phi} < F_{05}$	40,1	38,0	1,5
20-50	27,6	28,5	$F_{\phi} < F_{05}$	31,0	30,7	$F_{\phi} < F_{05}$
0-50	33,1	33,2	$F_{\phi} < F_{05}$	35,6	34,4	1,0

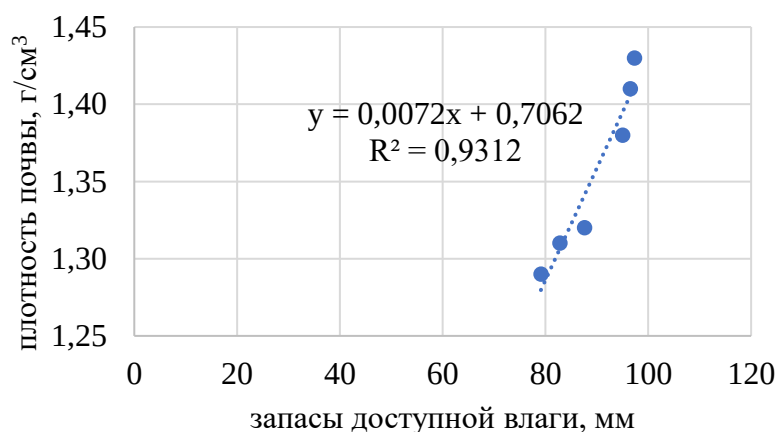
После уборки сои капиллярная влагоемкость 0-20 см слоя в варианте с прямым посевом составила 40,1 %, что превысило вариант с рекомендованной технологией на 2 %, что было существенно. В нижних слоях почвы (20-50 см) капиллярная влагоемкость почвы в целом была ниже на 9-10 %, но существенно не различалась по вариантам. Однако в среднем в полуметровом слое она была выше при прямом посеве и находилась на уровне 35,6 %, тогда как при рекомендованной технологии она была на уровне 34,4 %. Эта разница существенна (НСР₀₅ составила 1,0 %)

3.7. Математическое моделирование факторов, определяющих запасы продуктивной влаги в почве при различных технологиях возделывания сои

Для выявления количественных закономерностей влияния агрофизических свойств почвы на содержание продуктивной влаги в слое 0-50 см после уборки сои был проведён регрессионный анализ данных. В 2022 году при обеих технологиях возделывания сои наблюдается положительная корреляция между запасами влаги и плотностью почвы (рисунок 5).



а) рекомендованная технология



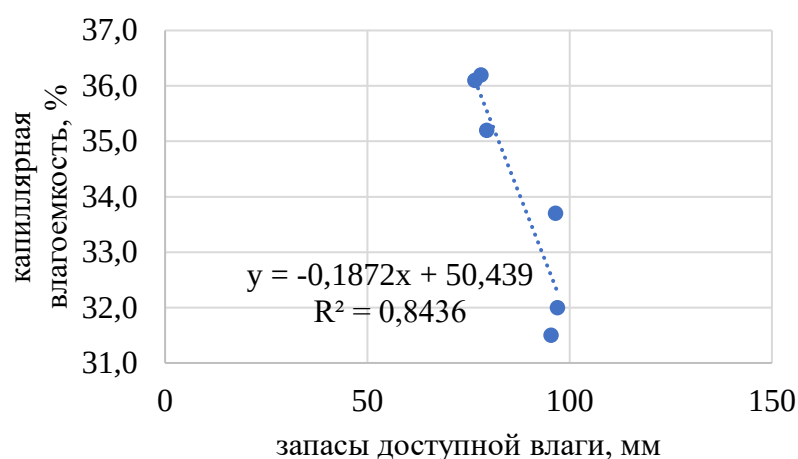
б) прямой посев

Рисунок 5. Корреляционная зависимость запасов продуктивной влаги после уборки сои от плотности почвы в слое 0-50 см (2022 г.)

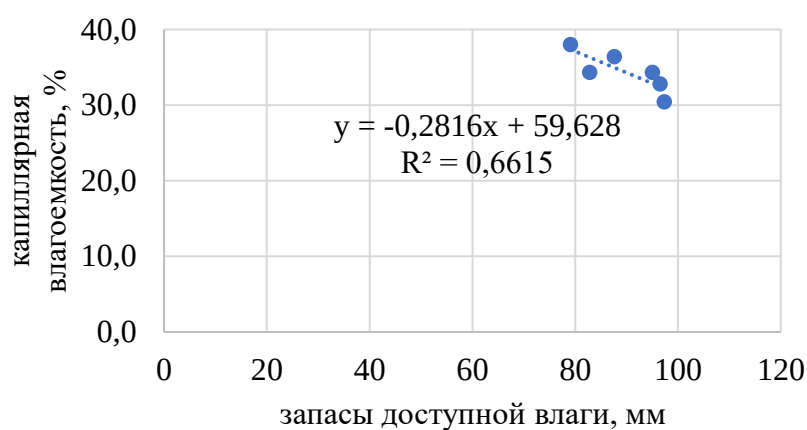
Высокие значения R^2 (0,84 – при рекомендованной технологии, 0,93 – при прямом посеве) показывают, что в условиях достаточного увлажнения 2022 года именно плотность почвы является определяющим фактором, объясняющим 84-93 % вариации запасов продуктивной влаги. Однако коэффициент детерминации при

рекомендованной технологии ниже, чем при прямом посеве сои, что указывает на менее устойчивую связь при такой технологии.

При обеих технологиях обнаружена отрицательная парная корреляция между запасами влаги и капиллярной влагоемкости, но уравнение регрессии при рекомендованной технологии демонстрирует более крутой спад по сравнению с прямым посевом (рисунок 6).



а) рекомендованная технология

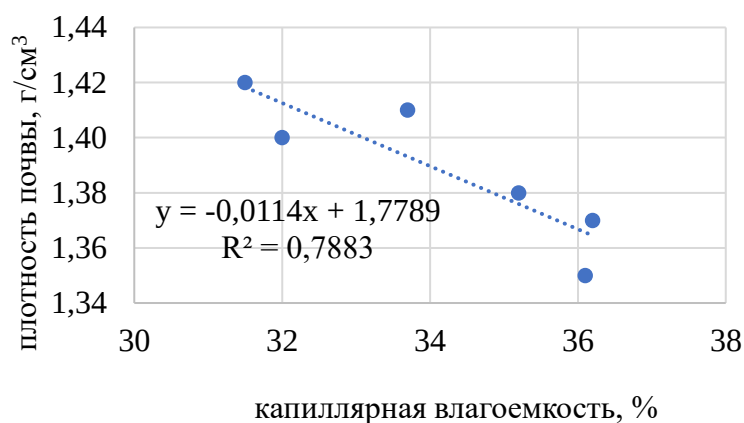


б) прямой посев

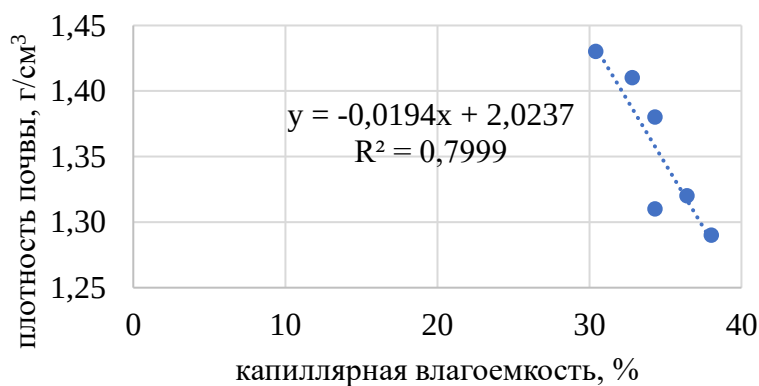
Рисунок 6. Корреляционная зависимость запасов продуктивной влаги после уборки сои от капиллярной влагоемкости в слое 0-50 см (2022 г.)

Это объясняется тем, что при достаточном увлажнении почвы с более высокой капиллярной влагоемкостью интенсивнее терялась влага, а растения сои более активно потребляли воду.

Анализ парной корреляции взаимосвязи между плотностью почвы и ее капиллярной влагоемкостью выявил, что при рекомендованной технологии при снижении плотности почвы с 1,42 до 1,35 г/см³ капиллярная влагоемкость возрастала с 31,5 до 36,2 % (рисунок 7а). Еще более выраженная тенденция наблюдалась при прямом посеве: уменьшение плотности с 1,43 до 1,29 г/см³ сопровождалось ростом капиллярной влагоемкости с 30,4 до 38,0 % (рисунок 7б).



а) рекомендованная технология



б) прямой посев

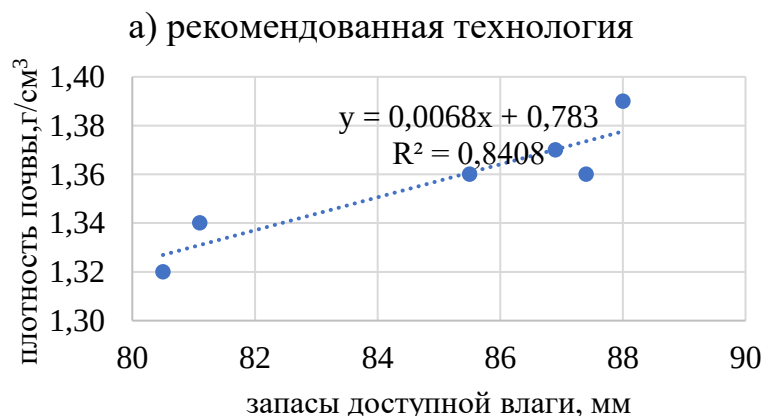
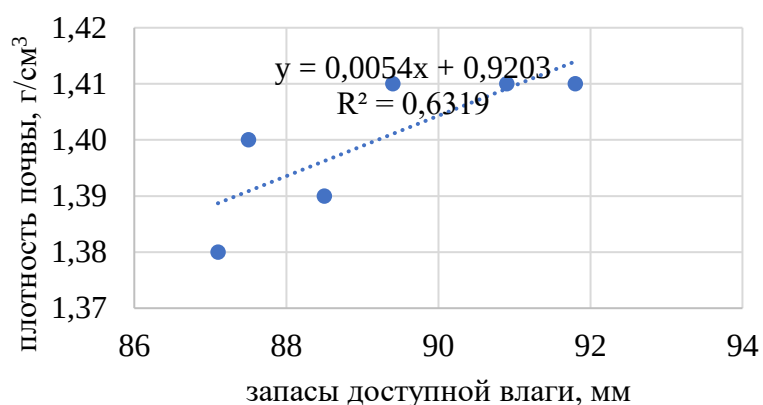
Рисунок 7. Корреляционная зависимость капиллярной влагоемкости от плотности почвы в слое 0-50 см (2022 г.)

С агрофизической точки зрения, полученные данные подтверждают, что высокая капиллярная влагоемкость с низкой плотностью почвы не гарантирует сохранения фактических запасов влаги при рекомендованной технологии возделывания сои (с обработкой почвы) из-за интенсивного испарения. При прямом посеве умеренно уплотненная почва, сформированная под защитой растительных остатков, выполняет функцию физического барьера, что

обеспечивает снижение испарения и приводит к более высоким запасам влаги после уборки сои.

Таким образом, в первый год исследования плотность почвы является значимым фактором, лимитирующим потери влаги при прямом посеве.

В 2023 году положительная связь между плотностью почвы и запасами доступной влаги сохранилась, однако ее сила при рекомендованной технологии снизилась ($R^2 = 0,63$ против $0,84$ в 2022 году) (рисунок 8а), вариация влажности была незначительна (всего 4,7 мм в диапазоне 87,1-91,8 мм при изменении плотности от 1,38 до 1,41 г/см³).



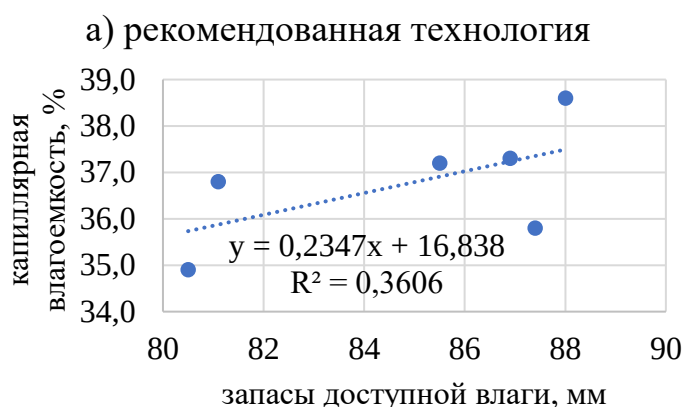
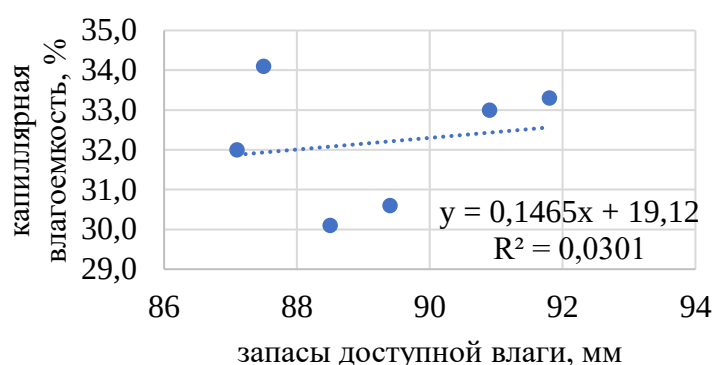
б) прямой посев

Рисунок 8. Корреляционная зависимость запасов продуктивной влаги после уборки сои от плотности почвы в слое 0-50 см (2023 г.)

При технологии прямого посева плотность почвы имела более тесную связь ($R^2 = 0,84$): уравнение линейной регрессии показывает, что увеличение плотности на 0,1 г/см³ приводит к росту запасов влаги в среднем на 10-12 мм, что

подтверждает роль уровня плотности почвы как ключевого фактора накопления влагозапасов (рисунок 8б).

В 2023 году характер связи капиллярной влагоемкости с запасами продуктивной влаги изменился, по сравнению с 2022 годом: отрицательная корреляция сменилась положительной, однако теснота связи оказалась низкой, особенно при рекомендованной технологии возделывания ($R^2 = 0,03$) (рисунок 9).



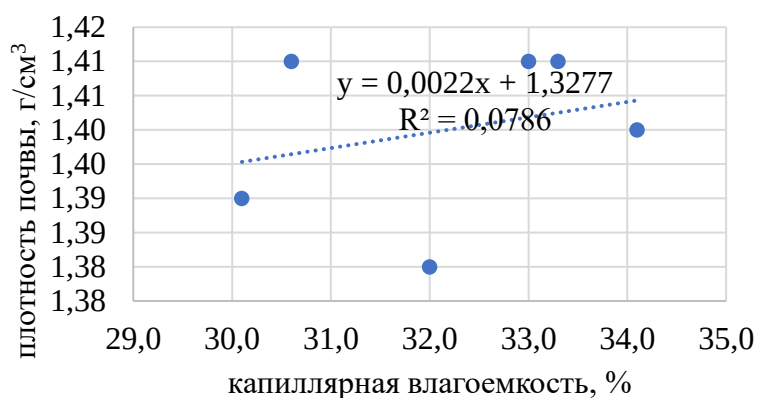
б) прямой посев

Рисунок 9. Корреляционная зависимость запасов продуктивной влаги после уборки сои от капиллярной влагоемкости в слое 0-50 см (2023 г.)

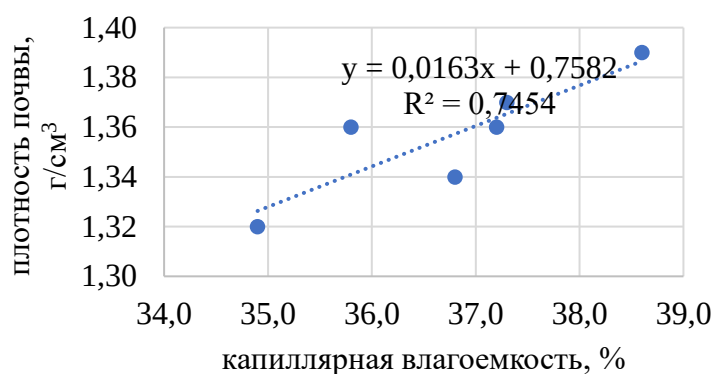
Это говорит о том, что в условиях переувлажнения 2023 года капиллярная влагоемкость не является определяющим фактором формирования влагозапасов. При прямом посеве связь была выражена сильнее ($R^2 = 0,36$), то есть при такой технологии роль капиллярной влагоемкости выше в сохранении и накоплении влаги.

Дополнительный парный корреляционный анализ взаимосвязи между плотностью почвы и ее капиллярной влагоемкостью показал, что в варианте с

рекомендованной технологией плотность почвы варьировала в крайне узком диапазоне (1,38-1,41 г/см³), поэтому любые колебания капиллярной влагоемкости не отражались на фактических запасах влаги (рисунок 10а).



а) рекомендованная технология



б) прямой посев

Рисунок 10. Корреляционная зависимость капиллярной влагоемкости от плотности почвы в слое 0-50 см (2023 г.)

В технологии прямого посева установлена положительная тенденция взаимосвязи данных показателей (рисунок 10б): варианты с более высокой плотностью почвы (до 1,39 г/см³), закономерно демонстрировали и более высокую капиллярную влагоемкость (до 38,6 %).

Таким образом, анализ 2023 года подтверждает, что технология прямого посева способствует формированию взаимной связи между плотностью и влагоемкостью, тогда как рекомендованная технология приводит к сглаживанию

естественных различий, не реагирующим на изменения отдельных физических свойств.

Расчет парной регрессии в 2024 году продемонстрировал отсутствие выраженных зависимостей при рекомендованной технологии запасов влаги с плотностью почвы (рисунок 11а), наблюдается хаотичное рассеяние точек. При узком диапазоне изменения плотности почвы (1,35-1,40 г/см³) запасы доступной влаги варьировали в широких пределах (от 93,4 до 98,4 мм) без четкого тренда. При прямом посеве парная регрессия подтвердила положительную корреляционную зависимость между запасами влаги и плотность почвы (рисунок 11б).

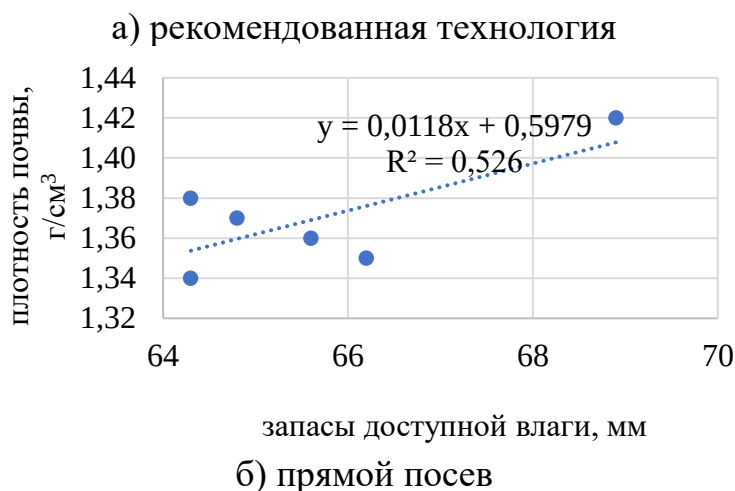
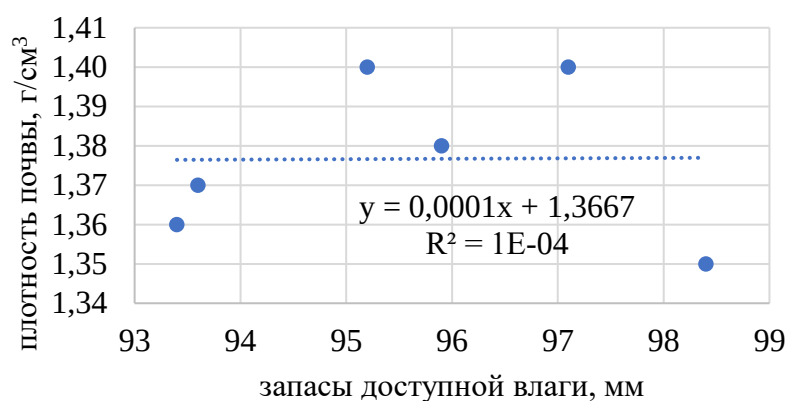
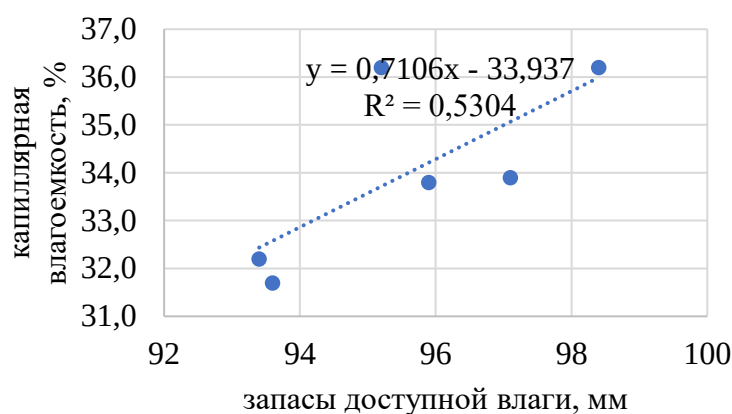


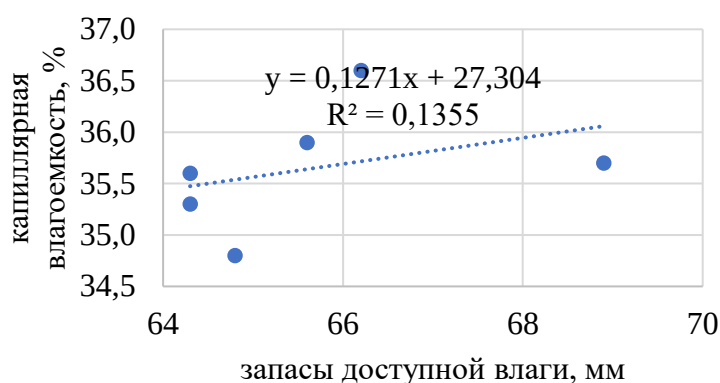
Рисунок 11. Корреляционная зависимость запасов продуктивной влаги после уборки сои от плотности почвы в слое 0-50 см (2024 г.)

Связь капиллярной влагоемкости с запасами продуктивной влаги (рисунок 12) при рекомендованной технологии умеренная ($R^2 = 0,53$). Это подтверждает, что в условиях острого дефицита увлажнения (за период вегетации сои в 2024 году

выпало 282 мм осадков, что 110 мм меньше, по сравнению с 2022 годом и на 152 мм – по сравнению с 2023 годом) именно способность почвы удерживать влагу в капиллярах становится лимитирующим фактором формирования влагозапасов.



а) рекомендованная технология



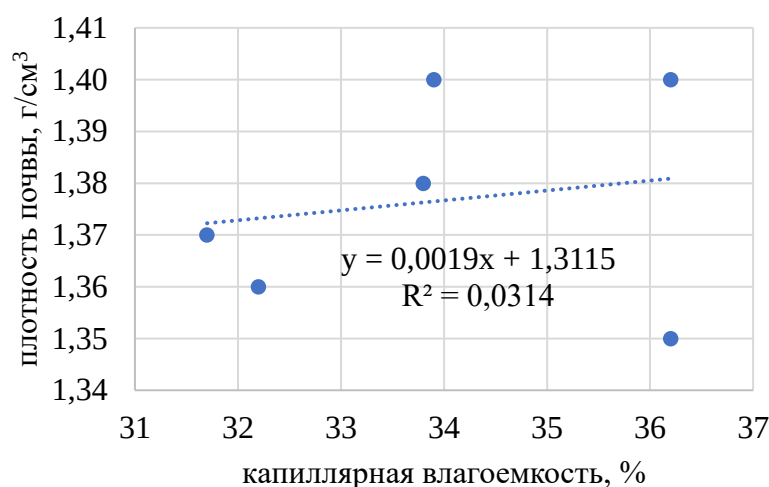
б) прямой посев

Рисунок 12. Корреляционная зависимость запасов продуктивной влаги после уборки сои от капиллярной влагоемкости в слое 0-50 см (2024 г.)

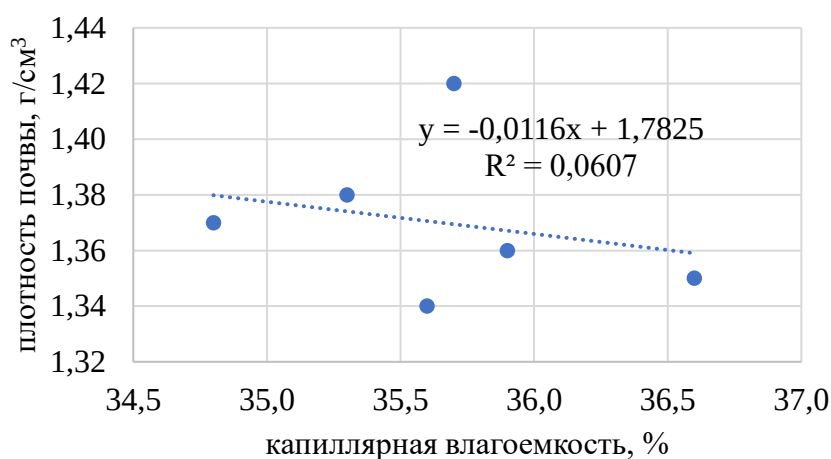
При прямом посеве связь оказалась слабее ($R^2 = 0,14$). Это можно объяснить тем, что в данной технологии влагозапасы формируются преимущественно за счет действия мульчирующего слоя (массой 8,55-10,20 т/га), минимизирующего испарение.

Результаты парной корреляции взаимосвязи между плотностью почвы и капиллярной влагоемкостью в 2024 году демонстрируют качественную трансформацию агрофизических свойств к третьему году применения технологий. При рекомендованной технологии сохраняется классическая, но ослабленная

обратная тенденция: при снижении плотности почвы до $1,35 \text{ г/см}^3$ капиллярная влагоемкость возрастает до 36,1 %, тогда как при уплотнении до $1,40 \text{ г/см}^3$ она снижается до 33,9 % (рисунок 13а). При этом вариация плотности остается незначительной (размах $0,05 \text{ г/см}^3$), что подтверждает нивелирующей эффект механической обработки почвы, которая приводит к однородному, но функциональному уязвимому состоянию, где высокая капиллярная влагоемкость не предотвращает потери влаги.



а) рекомендованная технология



б) прямой посев

Рисунок 13. Корреляционная зависимость капиллярной влагоемкости от плотности почвы в слое 0-50 см (2024 г.)

При прямом посеве зоны с оптимальной плотностью (1,34-1,37 г/см³) обладают максимальной капиллярной влагоемкостью (до 36,6 %) (рисунок 13б). При такой технологии снижение плотности не ведет к потере влаги, а сопровождается ростом способности почвы удерживать влагу в капиллярах.

Анализ взаимосвязи запасов влаги от суммы осадков за вегетацию сои (рисунок 14) показывает, что при одинаковом количестве выпавших осадков технология прямого посева обеспечивает более высокие запасы продуктивной влаги, по сравнению с рекомендованной технологией.

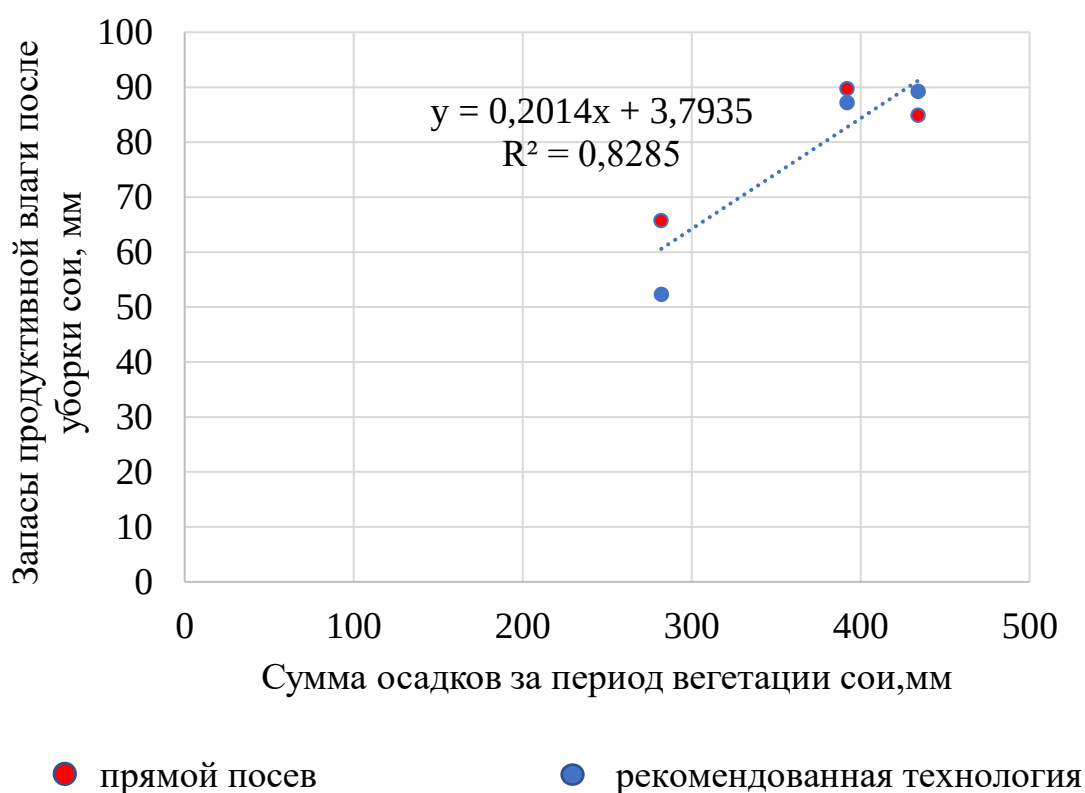


Рисунок 14. Корреляционная зависимость запасов продуктивной влаги в слое 0-50 см после уборки сои от суммы осадков за период вегетации (2022–2024 гг.)

При сумме осадков 392 мм за период вегетации сои в 2022 году запасы влаги при прямом посеве составили 89,7 мм, тогда как при рекомендованной технологии – 87,2 мм; коэффициент водопотребления при этом составил 1234 м³/т и 1232 м³/т соответственно (таблица 8). Это свидетельствует о реализации максимального потенциала продуктивности культуры, так как урожайность при таком низком коэффициенте водопотребления была на уровне 3,22-3,23 т/га.

Таблица 8 – Эффективность использования влаги при различных технологиях возделывания сои

Год / сумма осадков за период вегетации сои	Показатель	Рекомендованная технология	Прямой посев	Разница в пользу прямого посева
2022 / 392	Суммарное водопотребление, мм	397,8	397,3	-0,5 мм
	Урожайность, т/га	3,23	3,22	-0,01 т/га
	Коэффициент водопотребления, м ³ /т	1232	1234	+2 м ³ /т
2023 / 434	Суммарное водопотребление, мм	425,9	429,0	+3,1 мм
	Урожайность, т/га	2,67	2,81	+0,14 т/га
	Коэффициент водопотребления, м ³ /т	1595	1527	-68 м ³ /т
2024 / 282	Суммарное водопотребление, мм	325,2	314,7	-10,5 мм
	Урожайность, т/га	2,31	2,46	+0,15 т/га
	Коэффициент водопотребления, м ³ /т	1408	1279	-128 м ³ /т

В переувлажненном к концу вегетации 2023 году (в августе и сентябре на 118 мм выше среднемноголетних данных) наблюдалось противоречие: запасы продуктивной влаги после уборки сои при рекомендованной технологии составили 89,2 мм, что на 4,3 мм превышало показатель прямого посева (84,9 мм). Данный факт подчеркивает эффективность технологии прямого посева, так как даже в условиях переувлажнения растения сои при прямом посеве лучше используют влагу для формирования урожая, что подтверждается коэффициентом использования влаги на формирование урожая сои: при рекомендованной технологии он составил 1595 м³/т, при прямом посеве меньше на 68 м³/т (1527 м³/т).

В наиболее засушливый 2024 год (282 мм) разница усилилась в пользу прямого посева: 65,7 мм против 52,3 мм. Технология прямого посева продемонстрировала максимальную эффективность: при меньшем суммарном водопотреблении была получена более высокая урожайность, а коэффициент водопотребления был меньше на 129 м³/т (или 9 %), по сравнению с рекомендованной технологией.

В заключении следует отметить, что прямой посев формирует более устойчивую агрофизическую среду, где плотность почвы выступает ключевым регулятором влагонакопления, обеспечивая преимущество, особенно в условиях дефицита увлажнения.

Таким образом, более благоприятные водно-физические показатели плодородия почвы в засушливые годы формируются при возделывании сои по технологии прямого посева по сравнению с рекомендованной технологией, что обусловлено сохранением на поверхности мульчирующего слоя растительных остатков. В типичные годы по агроклиматическим данным для Амурской области прямой посев сои и рекомендованная технология, предусматривающая применение обработки почвы, оказывают равноценное влияние на строение почвы, накопление и сохранение влаги в 0-50 см слое. Это объясняется тем, что при оптимальном количестве осадков дефицит почвенной влаги не является лимитирующим фактором, а регулярное выпадением атмосферных осадков компенсирует повышенные потери влаги в варианте с рекомендованной технологией, нивелируя технологические различия.

3.8. Выделение углекислого газа почвой

Традиционная обработка почвы предполагает физическое перемешивание почвы и растительных остатков, что приводит к значительным изменениям физических, химических и биологических свойств почвы и ускоряет разложение органических веществ [198; 209]. Эти изменения, вызванные обработкой почвы, также могут приводить к выбросам CO₂ из почвы, которые могут быть на несколько порядков выше типичных фоновых показателей [192].

Выделение углекислого газа почвой, называемое почвенным дыханием, является важным элементом углеродного цикла [199; 205]. В глобальном масштабе около 25 % всего углекислого газа, попадающего в атмосферу вследствие человеческой деятельности, поступает именно из сельскохозяйственных земель [194; 195].

Рост выбросов CO_2 за последние два столетия привёл к значительным изменениям в глобальном климате, особенно в отношении температуры и режима осадков, что проявляется в таких экологических катастрофах, как масштабные наводнения, мегазасухи и смертоносные лесные пожары [189; 202; 210].

В наших исследованиях дыхание почвы определяли на посеве сои в 2022, 2024 и 2025 годах в варианте с прямым посевом сои (no-till) и в варианте с рекомендованной технологией (till). Результаты опыта показали, что в течение каждого исследуемого периода наблюдаются сезонные колебания дыхания почвы: пик приходится на летние месяцы (июль-август), что связано с более высокими температурами; в зимние месяцы (декабрь-февраль) дыхание почвы значительно снижается, что так же ожидаемо из-за низких температур и замедления биологических процессов (рисунок 15).

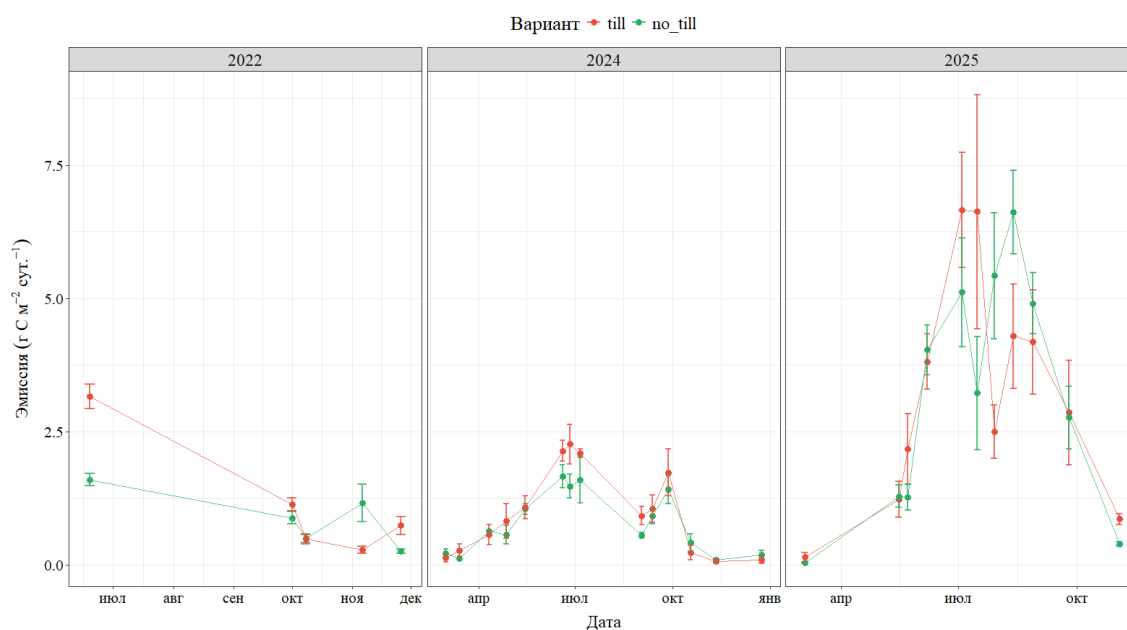


Рисунок 15 – Динамика дыхания почвы

В типичном по агрометеорологическим условиям для Амурской области 2022 году в июле при возделывании сои по рекомендованной технологии наблюдается более высокое дыхание почвы ($3,159 \text{ г С м}^{-2} \text{ сут}^{-1}$), чем по прямому посеву ($1,593 \text{ г С м}^{-2} \text{ сут}^{-1}$); к осени различие между вариантами сглаживается [79]. В засушливом 2024 году различия между изучаемыми вариантами менее выражены, чем в 2022 году. В 2025 году дыхание почвы в обоих вариантах равнозначно.

В среднем за 3 года анализ данных показал, что распределение величин дыхания почвы отличалось от нормального (тест Шапиро-Уилка, $p < 0.001$). Статистический анализ с использованием непараметрического критерия Манна-Уитни не выявил достоверных различий между вариантами с рекомендованной технологией и прямым посевом ($W = 478$, $p = 0,69$). Средняя эмиссия CO_2 по рекомендованной технологии составила $1,82 \text{ г С м}^{-2} \text{ сут}^{-1}$, а по прямому посеву — $1,67 \text{ г С м}^{-2} \text{ сут}^{-1}$ (рисунок 16).

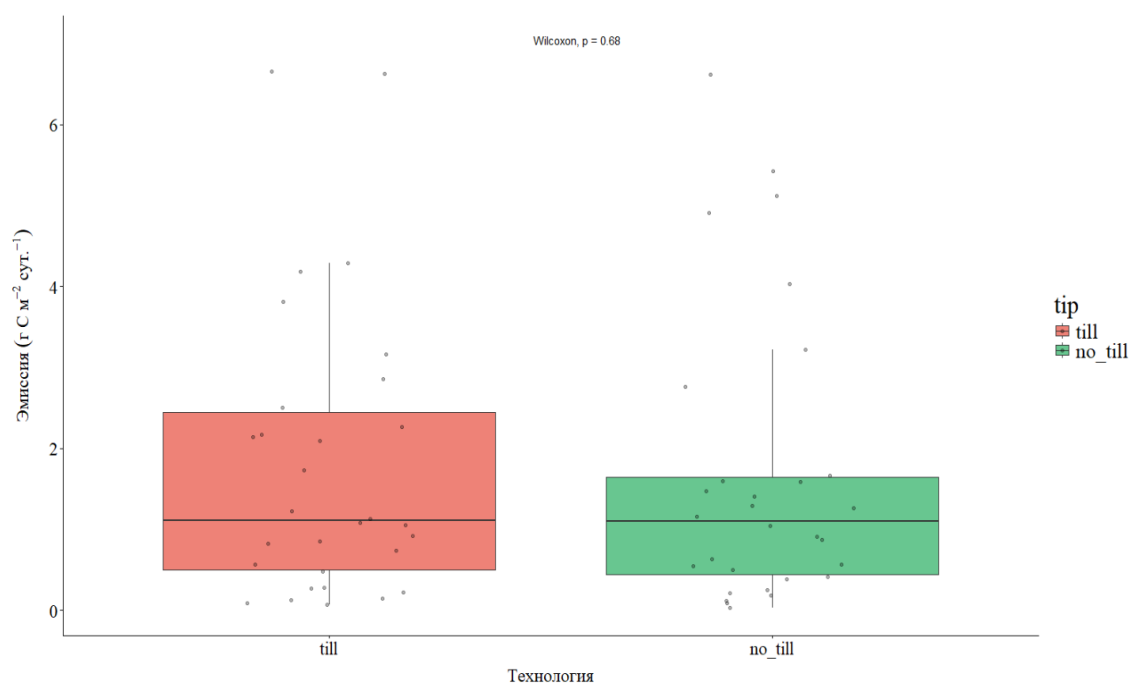


Рисунок 16 – Дыхание почвы в зависимости от технологии возделывания
(в среднем за 3 года)

Корреляционный анализ показал сильную взаимосвязь между температурой и дыханием почвы, так как коэффициент корреляции (r) составил 0,88, то есть с увеличением температуры почвы значительно увеличивается эмиссия CO_2 . При этом P -значение равно 0, что указывает на высокую статистическую значимость корреляции. Коэффициент детерминации $R^2=0,77$, значит около 77,5 % вариации дыхания почвы объясняется вариацией температуры почвы [35].

Следует отметить, что в 2023 году аналогичные исследования проводили на посевах кукурузы, которая являлась предшественником сои, посеянной в 2024 году. Результаты показали, что в среднем за 2023 год эмиссия CO_2 по рекомендованной технологии составила $1,71 \text{ г С м}^{-2} \text{ сут}^{-1}$, прямому посеву — $1,37 \text{ г С м}^{-2} \text{ сут}^{-1}$. То есть, более высокая эмиссия CO_2 по рекомендованной технологии способствует увеличению выбросов парниковых газов, что может привести к негативным последствиям для окружающей среды. Прямой посев же снижает эмиссию CO_2 в посевах кукурузы и может способствовать сохранению почвенных ресурсов [79].

Соя и кукуруза имеют разные типы корневых систем и по-разному взаимодействуют с почвенными микроорганизмами. Так же количество и качество растительных остатков, остающихся в почве после уборки урожая этих культур, так же могут влиять на эмиссию CO_2 . Это и может приводить к различиям в дыхании почвы.

Результаты исследования показывают, что технология прямого посева способствует снижению эмиссии CO_2 по сравнению с рекомендованной технологией, предусматривающей применение обработки почвы. Это подтверждается как меньшими средними величинами потерь CO_2 в посевах сои ($1,67$ против $1,82 \text{ г С м}^{-2} \text{ сут}^{-1}$), так и значительным сдерживанием пиковых значений дыхания почвы в летние месяцы. Поэтому прямой посев является эффективной агроэкологической стратегией, направленной на сокращение выбросов парниковых газов и сохранение почвенных ресурсов.

Таким образом, отказ от механической обработки почвы и сохранение мульчирующего слоя пожнивных остатков одновременно сохраняют

продуктивную влагу и ограничивают минерализацию органического вещества в почве. Тем самым прямой посев формирует оптимальные водно-физические показатели плодородия лугово-черноземной почвы с пониженным выделением углекислого газа, что является благоприятным фоном для прорастания семян, развития корневых систем и конкуренции культурных растений с сорняками и фитопатогенами. Это обуславливает необходимость оценки того, как выявленные почвенные условия отображаются на фитосанитарном состоянии посевов сои при различных нормах высева.

РАЗДЕЛ 4 ХОД ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И НОРМ ВЫСЕВА

При переходе на технологию возделывания без обработки почвы важное значение имеет засоренность посевов. Потери урожая сои от сорной растительности могут варьировать от 6,6 % (при слабой засоренности) до 53,0 % (при очень сильной засоренности). При средней засоренности (до 50 шт./м² сорных растений) потери урожая сои могут составлять до 40 % [181]. Большинство исследований, проведенных в различных почвенно-климатических условиях, показывают, что засоренность посевов сои увеличивается при минимизации обработки почвы и переходе на No-till [17; 66; 95; 110; 177]. Вместе с тем, сохранение растительных остатков на поверхности почвы при прямом посеве влечет за собой изменение фитосанитарной обстановки [78]. По данным отечественных и зарубежных исследований [105; 187] в условиях прямого посева значительно возрастает инфекционный фон по возбудителям корневых гнилей, антракноза, бактериозов и склеротиниоза сои, так как мицелий и споры патогенов сохраняются именно на поверхности растительного мульчирующего слоя. Поэтому в технологии прямого посева особую значимость приобретают агротехнические методы управления агрофитоценозом, среди которых важную роль играет оптимизация густоты стояния растений [127]. С одной стороны, норма высева определяет конкурентную способность культуры по отношению к сорным растениям, с другой – влияет на аэрацию и влажность приземного слоя, что напрямую воздействует на интенсивность развития фитопатогенных грибов [74; 213].

4.1. Засоренность посевов

В наших исследованиях по состоянию на 12.06.2022 г. (полные всходы сои) всхожесть семян была выше на варианте с рекомендованной технологией в среднем на 5,4 %, по сравнению с прямым посевом (таблица В.1). В варианте с прямым посевом наиболее высокая всхожесть составила 93,6 % при норме высева

500 тыс. шт./га.

При первом учете засоренность посевов была очень сильной (в среднем по опыту 117,6 шт./м²) и насчитывала более десятка видов сорных растений. Характеристика сорных растений, встречающихся на опытном участке представлена в таблице В.2. Наибольшую долю составила марь белая (*Chenopodium album* L.) – 33,2 %. Значительную долю занимала акалифа южная (*Acalypha australis* L.) – 22,0 %. Часто встречались горец вьюнковый (*Polygonum convolvulus* L.) и шерстяк волосистый (*Eriochloa villosa* (Thunb.) Kunth) (рисунок В.3).

Соя в структуре агрофитоценоза по количеству растений на 1 м² в варианте с прямым посевом в среднем занимала 54,6 %, степень засоренности сильная. В варианте с рекомендованной технологией – всего 21,6 %, степень засоренности очень сильная (рисунок В.4). При этом наиболее засоренные варианты были с нормой высева 400 и 500 тыс. шт. на 1 га: растения сои в структуре агрофитоценоза занимали 47,9 и 53,0 % соответственно в варианте с прямым посевом, 15,9 и 20,9 % соответственно в варианте с рекомендованной технологией. В варианте с прямым посевом при норме высева 400 тыс. шт./га сорные растения были более мощно развиты и в общей массе занимали 34,6 %, а масса растений сои – 65,4 %; при норме высева 500 тыс. шт./га – 11,5 и 88,5 % соответственно (рисунок В.5). Увеличение нормы высева до 600 тыс. шт./га привело к небольшому улучшению состояния агрофитоценоза, в котором растения сои по количеству составили 57,7 % и по массе 89,0 %. Норма высева 700 тыс. шт./га хоть и обеспечила наибольшее количество растений сои на 1 м², однако развитие культурного растения в этом варианте было слабее по сравнению с вариантами 500 и 600 тыс. шт./га, и по массе в агрофитоценозе растения сои составили 70,5 %. Следует отметить, что масса сорных растений в варианте с прямым посевом сои в среднем была в 3 раза меньше массы растений сои, тогда как в варианте с рекомендованной технологией соотношение массы сорных растений и сои в среднем было 1:1.

После обработки гербицидами сократился как видовой состав, так и

количество сорняков. Наибольшую долю составляла акалифа южная (*Acalypha australis* L.) – 67 %, остальные сорняки были представлены такими видами, как коммелина обыкновенная (*Commelina communis* L.) – 11,3 %, хвощ полевой (*Equisetum arvense* L.) – 6,3 %, соя дикая (*G. soja ussuriensis* Rgl.) – 7,5 %, шерстяк волосистый (*Eriochloa villosa* (Thunb.) Kunth) – 3,1 %, марь белая (*Chenopodium album* L.) и щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.) – по 2,5 %. Общее количество сорных растений сократилось в 10 раз.

В вариантах с прямым посевом соя в структуре агрофитоценоза занимала 83,0 %, а среди сорных растений встречались только малолетние сорняки (в среднем 9,8 шт./м²). В вариантах с рекомендованной технологией соя составляла 75 %, встречались малолетние и многолетние сорные растения (в среднем 16,9 шт./м²). Степень засоренности средняя (таблица В.6). При норме высева 400 тыс. шт./га засоренность посева сои была наиболее высокой – 21,0 шт./м². В варианте с нормой 500 тыс. шт./га засоренность существенно снизилась и составила 10,7 шт./м². Дальнейшее увеличение нормы высева сои не привело к улучшению состояния агрофитоценоза: в варианте с 600 тыс. шт./га количество сорных растений на 1 м² составило 11,0 шт., а в варианте с 700 тыс. шт./га – 10,7 шт. (при НСР₀₅ 6,6 шт./м²). Наиболее чистые посевы после обработки гербицидами наблюдались в варианте с прямым севом сои при норме высева 600 тыс. шт./га – количество сорняков было всего 4,0 шт./м²; а в варианте с рекомендованной технологией – при норме высева 700 тыс. шт./га (8,7 шт./м²). Масса сорных растений была в среднем по опыту 5 г/м² (таблица В.7), что составило незначительную долю в структуре агрофитоценоза – 0,5 % [47].

При определении полевой всхожести 17.06.2023 г. (полные всходы сои) всхожесть семян на варианте с прямым посевом была наивысшей при норме ее высева 500 и 700 тыс. шт./га – 99,2 и 99,4 % соответственно, в варианте с рекомендованной технологией – при норме высева 500 тыс. шт./га (97,6 %). Наименьшая всхожесть была при посеве сои нормой 600 тыс. шт./га: в варианте с прямым посевом она составила 97,3 %, а в варианте с рекомендованной

технологией – 94,0 %. В среднем по технологиям возделывания сои, при прямом ее посеве всхожесть была выше на 2,7 %, по сравнению с вариантом, где почва обрабатывалась (таблица В.8).

При первом учете засоренности посева сои в 2023 году в среднем по опыту количество сорных растений составило 71,5 шт./м², что в 1,5 раза меньше прошлого года (при этом степень засоренности сильная). Среди них наибольшая доля пришлась на комелину обыкновенную (*Commelina communis* L.) – 45,3 % (рисунок В.9). В три раза меньше было горца вьюнкового (*Polygonum convolvulus* L.), мари белой (*Chenopodium album* L.) и шерстяка волосистого (*Eriochloa villosa* (Thunb.) Kunth). В посеве так же встречались такие сорняки, как куриное просо (*Echinochloa crus-galli*), пикульник обыкновенный (*Galeopsis tetrahit* L.), акалифа южная (*Acalypha australis* L.), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.), дурнишник обыкновенный (*Xanthium strumarium* Linn.). Хвощ полевой (*Equisetum arvense*) появлялся очагово и в общей массе в среднем по опыту составил 6,2 % от всех видов сорных растений. Несмотря на небольшое количество этого сорняка на 1 м², масса одного его растения составляла 9 г, тогда как масса одного растения однолетних сорняков, которые встречались на посеве сои, не превышала 0,1 г. Кроме сорных растений в посеве сои так же встречался засоритель – кукуруза, которая занимала небольшой процент – 0,6.

Соя в структуре агрофитоценоза по количеству растений на 1 м² в варианте с прямым посевом занимала в среднем 61,2 %, а в варианте с рекомендованной технологией – всего 33,9 % (рисунок В.10). Лучше всего (по состоянию на 19 июня 2023 года) среди изучаемых норм высева сои показал себя вариант с наибольшей нормой – 700 тыс. шт. на 1 га; доля сорных растений в структуре агрофитоценоза составила 24,1 % (при прямом посеве) и 51,9 % (при рекомендованной технологии), среди которых встречались только 5 видов сорняков. В вариантах с более низкими нормами (600, 500 и 400 тыс. шт./га) доля сорных растений была значительно выше (в среднем 43,6 % при прямом посеве и 70,9 % при рекомендованной технологии), а видовой состав разнообразнее (от 6 до 10). Не смотря на количество, по массе

сорные растения в варианте с прямым посевом были более мощно развиты и в среднем одно растение сорняка весило 0,2 г (14,2 % от общей массы всех растений), тогда как в варианте с рекомендованной технологией в два раза меньше – 0,1 г (26,2 % от общей массы всех растений). При этом в варианте с нормой высева 700 тыс. шт./га сорные растения были слабо развиты и в общей массе занимали 15,1 %. При снижении нормы высева сои сорные растения развивались лучше и по своей массе в структуре агрофитоценоза занимали 17,7 % (при 600 тыс. шт./га), 20,6 % (при 500 тыс. шт./га) и 27,2 % (при 400 тыс. шт./га) (рисунок В.11).

После обработки гербицидами сократился как видовой состав, так и их количество. Наибольшую долю составляла акалифа южная (*Acalypha australis* L.) – 62,5 %, остальные сорняки были представлены такими видами, как коммелина обыкновенная (*Commelina communis* L.) – 28,2 %, шерстяк волосистый (*Eriochloa villosa* (Thunb.) Kunth) – 1,4 % и щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.) – 1,0 %. Общее количество сорных растений сократилось на 22,7%.

Следует отметить, что в варианте с прямым посевом сои видовой состав сорных растений был более разнообразным, по сравнению с вариантом, где почва обрабатывалась (рекомендованная технология), однако общее количество сорняков было меньше, поэтому в варианте с прямым посевом соя в структуре агрофитоценоза занимала 65,8 % (количество сорных растений на 1 м² в среднем составляло 28,9 шт., степень засоренности средняя), а в варианте с рекомендованной технологией – всего 40,5 % (количество сорных растений на 1 м² в среднем составляло 81,7 шт., степень засоренности сильная) (таблица В.12). К тому же, масса сорных растений была меньше в варианте с прямым посевом и составляла 18,5 г/м² (или 3,0 % в структуре агрофитоценоза), а в варианте с рекомендованной технологией – 58,5 г/м² (или 8,7 % в структуре агрофитоценоза) (таблица В.7).

Лучшее состояние агрофитоценоза сои в варианте с прямым посевом наблюдалось при норме высева 700 тыс. шт./га – общее количество сорных растений было 16,0 шт./м² (степень засоренности слабая). Тогда как в варианте с

рекомендованной технологией при такой же норме высева засоренность посева была сильной и составляла в среднем 51,3 шт./м², что существенно превышало первый вариант ($НСР_{05} = 6,3$) (таблица В.12). Следует отметить, что изучаемые нормы высева оказывали различное влияние на засоренность посева сои в зависимости от технологии ее возделывания. Так, при прямом посеве наиболее засоренный посев наблюдался при норме высева сои 400 тыс. шт./га. Увеличение нормы высева до 500 тыс. шт./га привело к существенному снижению засоренности посева. А вот дальнейшее увеличение нормы (до 600 и 700 тыс. шт./га) существенно не снижало количество сорных растений на 1 м². При посеве сои по рекомендованной технологии каждое увеличение нормы высева оказывало существенное влияние на засоренность посева. Наихудшее ее состояние наблюдалось при 400 тыс. шт./га, наилучшее – при 700 тыс. шт./га (таблицу В.12).

Следует отметить, что общее состояние посева сои по засоренности после обработки гербицидами было хуже, по сравнению с прошлым годом.

В 2024 году всхожесть растений сои в варианте с прямым посевом составила 98,1 %, тогда как в варианте с рекомендованной технологией она в среднем была меньше на 4,4% (таблица В.13). Наиболее высокой она была при минимальной норме высева (400 тыс. шт./га) при обеих технологиях возделывания сои.

При первом учете засоренности сои в 2024 году количество сорных растений в среднем по опыту составило 239,3 шт./м² (степень засоренности очень сильная), что было в 2 раза больше, по сравнению с 2022 годом и в 3 раза больше, по сравнению с 2023 годом. При этом, видовой состав сорных растений был не многочисленным (рисунок В.14). Так, наибольшую долю занимали горец вьюнковый (*Polygonum convolvulus* L.) – 33,5 %, акалифа южная (*Acalypha australis* L.) – 27,7 % и марь белая (*Chenopodium album* L.) – 22,9 %. В небольших количествах встречались такие виды сорных растений, как коммелина обыкновенная (*Commelina communis* L.), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.), шерстяк волосистый (*Eriochloa villosa* (Thunb.) Kunth), соя дикая (*Glycine max* (L.) Merr.). Среди многолетних сорных растений очагово встречался

хвощ полевой (*Equisetum arvense*). Кроме сорных растений в посеве сои наблюдался засоритель – кукуруза.

Следует отметить, что, не смотря на большое количество сорных растений на 1 м², их масса в среднем составила 27,6 г, основную долю из которой занимал горец вьюнковый (*Polygonum convolvulus* L.) (более 50%).

Прямой посев сои оказывал положительное влияние на состояние агрофитоценоза сои, так как на этом варианте она занимала в среднем 44,8 % от общего количества растений на 1 м², а сорняки – 55,2 %, тогда как в варианте с рекомендованной технологией соя занимала всего 11,7% (рисунок В.15). Среди изучаемых норм высева наиболее «чистые» посева сои оказались при норме 600 и 700 тыс. шт./га – в этих вариантах культурное растение в агрофитоценозе занимало 49,5 и 56,2 % (в варианте с прямым посевом), 13,3 и 15,1 % (в варианте с рекомендованной технологией), тогда как при норме 400 и 500 тыс. шт./га – 37,3 и 36,3 % (в варианте с прямым посевом), 7,4 и 11,2 % (в варианте с рекомендованной технологией). При этом изменялся и видовой состав сорных растений. Так, корневищные сорняки, в частности хвощ полевой (*Equisetum arvense*), в варианте с прямым посевом сои занимал от 5,9 % (при норме высева 700 тыс. шт./га) до 26,8 % (при норме высева 500 тыс. шт./га). Тогда как в варианте с рекомендованной технологией такая группа сорняков составляла всего 0,4-0,9 % в структуре агрофитоценоза. Основные виды сорных растений, которые занимали более 50 % в структуре агрофитоценоза сои в варианте с рекомендованной технологией, были представителями яровых поздних сорняков (шерстяк волосистый (*Eriochloa villosa* (Thunb.) Kunth), акалифа южная (*Acalypha australis* L.), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.), горец вьюнковый (*Polygonum convolvulus* L.)). Аналогичная ситуация складывалась и по массе растений: в варианте с прямым посевом масса растений сои преобладала над массой сорняков (их соотношение в среднем было 5:1), а в варианте с рекомендованной технологией масса сорных растений преобладала над культурным и в среднем занимала 55,2 % в структуре агрофитоценоза сои (рисунок В.16).

При втором учете (после применения гербицидов) засоренность посева сои снизилась в 7 раз и в среднем по опыту составила 33,6 шт./м² (средняя степень засоренности). Среди сорных растений встречались только 5 видов различных агробиологических групп. Основную долю среди них занимала акалифа южная (*Acalypha australis* L.) – 43,9%.

Наименьшая засоренность посева сои наблюдалась в варианте с прямым ее посевом – 28,8 шт./м² (таблица В.17), тогда как в варианте с рекомендованной технологией она была существенно выше и составила 38,3 шт./м². Наиболее «чистые» посевы оказались в вариантах с нормой высева 400 и 500 тыс. шт./га независимо от технологии возделывания сои, количество сорных растений составило 30,7 и 31,4 шт./м² соответственно. С увеличением нормы высева засоренность посева повышалась и в варианте с 600 тыс. шт./га она составила 36,0 шт./м², а в варианте с 700 тыс. шт./га – 36,4 шт./м² (НСР₀₅ = 4,5 шт./м²). Не смотря на существенные различия среди изучаемых вариантов, следует отметить, что степень засоренности на всех них была средняя. По массе сорняков существенных различий не наблюдалось, их доля в структуре агрофитоценоза сои составляла от 2 до 5% (таблица В.7).

В годы исследования засоренность посева сои была различной степени с разнообразным видовым составом сорных растений, и в среднем за 2022-2024 годы количество сорняков на 1 м² до обработки гербицидами составило 142,4 шт. (степень засоренности очень сильная). Среди сорных растений наибольшую долю (52,2 % от общего количества сорняков) в посеве сои занимали представители двудольных однолетних яровых поздних сорняков: горец вьюнковый (*Polygonum convolvulus* L.) – 25,0 %, акалифа южная (*Acalypha australis* L.) – 22,0 %, щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.) – 4,3 %, соя дикая (*Glycine max* (L.) Merr.) – 0,7 %, дурнишник обыкновенный (*Xanthium strumarium* Linn.) – 0,2 % (рисунок 17). Следует отметить, что марь белая (*Chenopodium album* L.), которая относится к двудольным однолетним яровым ранним сорнякам, занимала ¼ часть среди всех видов сорных растений. Кроме двудольных сорняков, в посеве сои наблюдались

представители однодольных однолетних яровых поздних (шерстяк волосистый (*Eriochloa villosa* (Thunb.) – 5,1 %, куриное просо (*Echinochloa crus-galli*) – 0,6 %) и яровых ранних (коммелина обыкновенная (*Commelina communis* L.) – 10,7 %). Среди многолетних сорняков очагово встречался только один представитель этой группы – хвощ полевой (*Equisetum arvense*), который занимал 5,5 %.

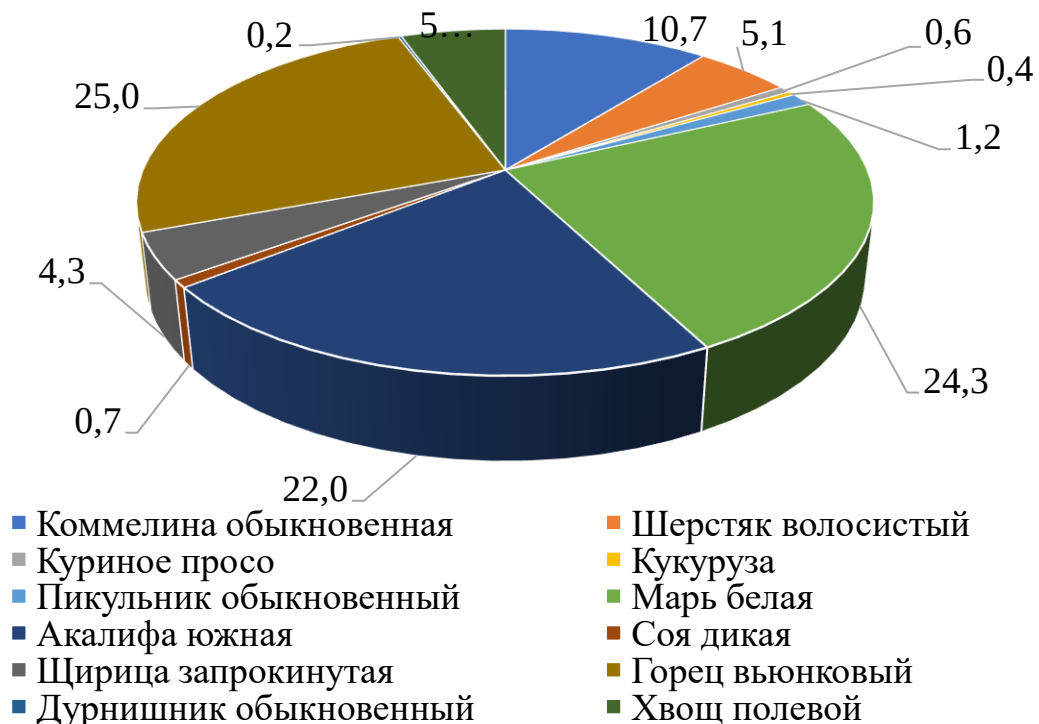


Рисунок 17 – Видовой состав сорных растений до применения гербицидов
(фаза первый тройчатый лист сои, в среднем за 2022-2024 гг.)

При технологии прямого посева благодаря накоплению растительных остатков на поверхности почвы и применению гербицидов после посева сои количество сорных растений в фазу первого тройчатого листа в среднем по изучаемым нормам высева составило 46,7 шт./м² (степень засорения средняя), что в 5 раз ниже, по сравнению с рекомендованной технологией, при которой весной перед посевом сои проводили двухразовое дискование (в этом варианте количество сорных растений на 1 м² в среднем по изучаемым нормам высева составило 238,1 шт./м², степень засорения очень сильная). Однако, при норме высева 400 и 500 тыс. шт./га в варианте с прямым посевом сорные растения в структуре агрофитоценоза сои занимали более 50 %, но с увеличением нормы высева до 600 и

700 тыс. шт./га доля сорняков снизилась и количество культурного растения уже преобладало над сорными (доля сои занимала 57,0 и 64,9 % соответственно) (рисунок 18).

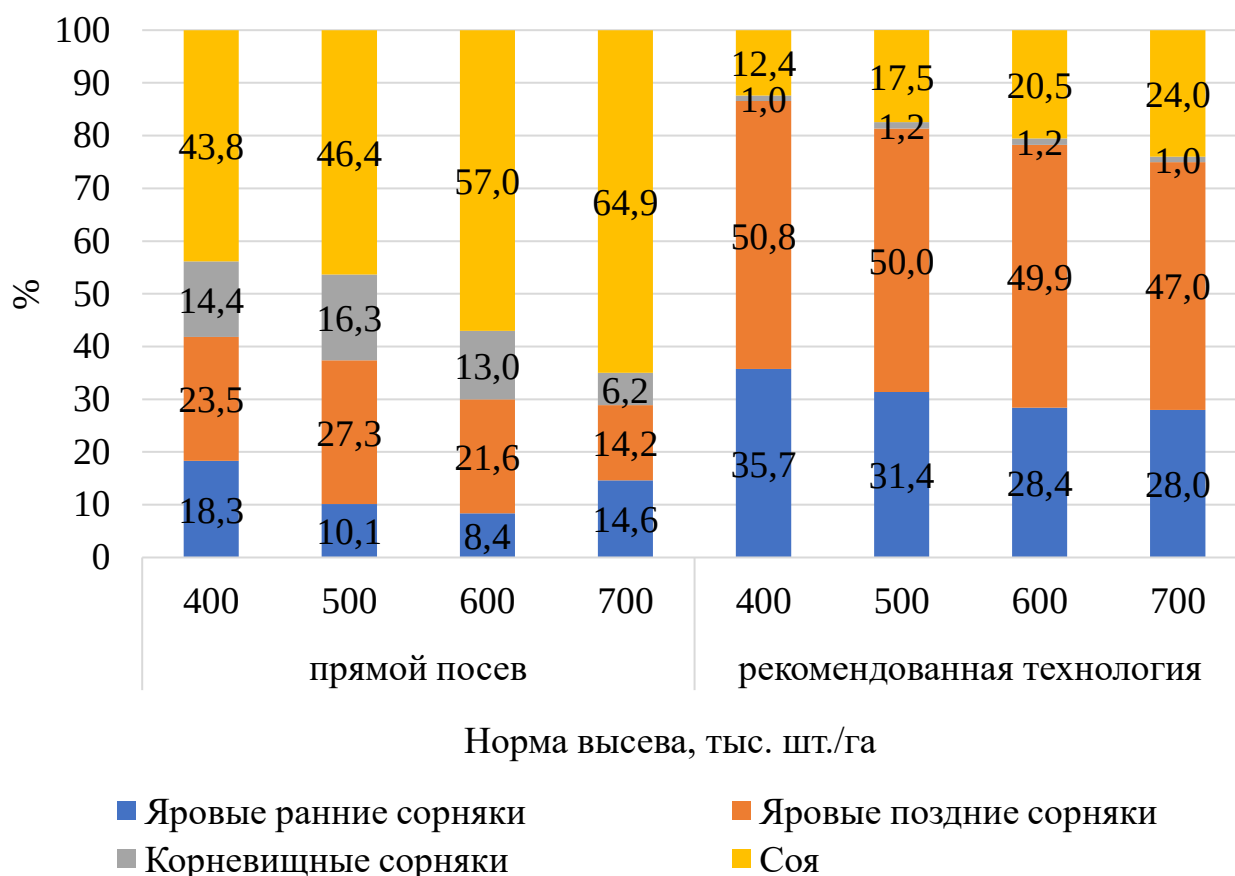


Рисунок 18 – Соотношение количества сорных растений и сои в структуре агрофитоценоза, в среднем за 2022-2024 гг. (фаза первый тройчатый лист сои, до применения гербицидов)

По массе сорные растение в агрофитоценозе посева сои до обработки гербицидами в среднем по опыту занимали 32,1%, меньше она была при прямом посеве сои (16,3%), больше – при обработке почвы (47,8%) в основном за счет горца вьюнкового и мари белой, вес которых по сумме составлял 29,8% в агрофитоценозе сои в этом варианте (рисунок 19).

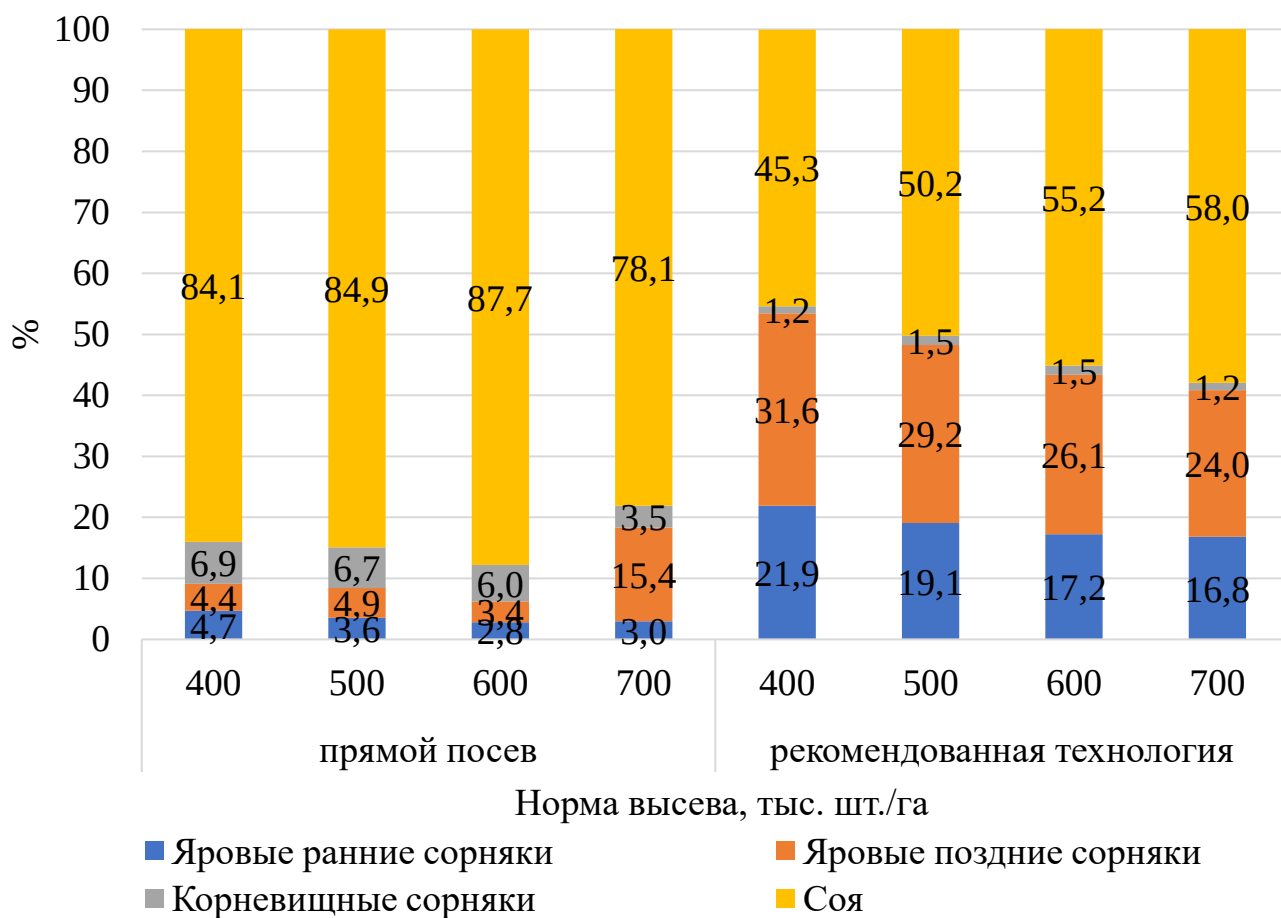


Рисунок 19 – Соотношение массы сорных растений и сои в структуре агрофитоценоза, в среднем за 2022-2024 гг. (фаза первый тройчатый лист сои, до применения гербицидов)

После применения гербицидов засоренность посева сои уменьшилась 4 раза и в среднем по опыту составила 34,1 шт./м² (средняя степень засоренности). Более 50 % от общего количества занимала акалифа южная (*Acalypha australis* L.), которая относится к двудольным однолетним яровым поздним сорнякам. Так же встречались такие представители этой же группы, как соя дикая (*Glycine max* (L.) Merr.) (4,4 %) и щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.) (0,9 %). Среди двудольных однолетних яровых ранних встречался только один вид – марь белая (*Chenopodium album* L.), которая занимала 6,0 % от общего количества сорняков. Среди однодольных однолетних больше всего было коммелины обыкновенной (*Commelina communis* L.) – 20,8 % и в небольших количествах шерстяка

волосистого (*Eriochloa villosa* (Thunb.) – 1,2 %. Кроме малолетних сорняков в посеве сои очагово встречался представитель многолетних сорняков – хвощ полевой (*Equisetum arvense*), который относится к «злостным» корневищным споровым сорнякам.

Следует отметить, что при прямом посеве сои количество сорных растений на 1 м² было существенно меньше (22,5 шт.), по сравнению с вариантом, где применяли обработку почвы (45,6 шт.) не зависимо от нормы высева (таблица 9). При этом, в обоих вариантах большую часть в составе агрофитоценоза занимали двудольные однолетние сорняки: 18,3% при прямом посеве и 35,1% при обработке почвы. Что касается нормы высева, то при прямом посеве наиболее «чистый» посев обеспечил вариант с нормой 500, 600 и 700 тыс. шт./га. В этих вариантах существенной разницы по засоренности не наблюдалось. Только норма высева 400 тыс. шт./га существенно отличалось при прямом посеве сои, в которой засоренность была существенно выше, по сравнению с рекомендованной технологией, и составляла 28,5 шт./м².

Таблица 9 – Засоренность посевов сои, шт./м² (фаза образование бобов, в среднем за 2022-2024 гг.)

Фактор А (технология)	Фактор В (норма высева, тыс. шт./га)				Средняя по фактору А
	400	500	600	700	
Прямой посев	28,5	22,7	19,8	19,1	22,5
Рекомендованная технология	57,4	46,9	43,6	34,7	45,6
Средняя по фактору В	43,0	34,8	31,7	26,9	34,1
НСР ₀₅ для фактора А=2,6 шт./м ² , НСР ₀₅ для фактора В=3,7 шт./м ² , НСР ₀₅ для частных различий=5,3 шт./м ²					

В варианте с обработкой почвы лучшей нормой высева оказалась 700 тыс. шт./га, так как в этом варианте засоренность посева сои была наименьшей – 34,7 шт./м². В остальных вариантах количество сорняков на 1 м² было существенно выше.

Следует отметить, что почти во всех изучаемых вариантах степень

засоренности была средней (15-50 шт./м²). И только в варианте с рекомендованной технологией при норме высева сои 400 тыс. шт./га степень засоренности была сильной (50-100 шт./м²).

По массе хоть и в среднем по опыту сорные растения занимали всего 3,4 % в агрофитоценозе, в варианте с рекомендованной технологией их доля была выше на 2,5%, по сравнению с прямым посевом (таблица В.7).

Таким образом, за счет отсутствия механического перемещения семян сорняков, формирования физического барьера благодаря поверхностному слою пожнивных остатков прямой посев сои обеспечивает более лучшее состояние засоренности посева сои, по сравнению с рекомендованной технологией (с обработкой почвы) не зависимо от нормы высева. Посев сои заниженной нормой высева (400 тыс. шт./га) приводит к повышению засоренности посева при обеих технологиях возделывания. Посев сои завышенной нормой высева (700 тыс. шт./га) в варианте с рекомендованной технологией обеспечивает наиболее лучшее состояние агрофитоценоза сои при такой технологии ее возделывания (количество сорняков сокращается на 23,4 %, по сравнению с 500 и 600 тыс. шт./га; и на 40 %, по сравнению с 400 тыс. шт./га). При прямом посеве сои нормы высева 500, 600 и 700 тыс. шт./га оказывают равноценное влияние на засоренность посева, при которых количество сорных растений на 1 м² сокращается в среднем на 28,0 %, по сравнению с нормой 400 тыс. шт./га.

4.2. Поражение растений болезнями

В ходе проведения полевых исследований фитосанитарного состояния агроценозов сои осуществлялась комплексная оценка развития наиболее вредоносных заболеваний с использованием двух взаимодополняющих эпидемиологических показателей: распространённость болезни (Р, %) и индекс развития заболевания (г, баллы).

По фитосанитарному состоянию агроценозов при прямом посеве и с рекомендованной технологией отмечена тенденция, что распространённость и развитие болезней выше при прямом посеве. При это надо отметить, что при

мониторинге листостеблевых заболеваний фиксировались три болезни – септориоз, церкоспороз и пероноспороз. По септориозу, церкоспорозу экономический порог вредоносности не был превышен ни в одном из вариантов, по пероноспорозу превышен на 5 % в вариантах с рекомендованной технологией и на 10% при прямом посеве. Зараженность корневыми гнилями была выше в 2 раза при прямом посеве в сравнении с рекомендованной технологией.

Анализ динамики поражения сои корневыми гнилями выявил значимую зависимость от технологии возделывания и нормы высева (таблица 10). При прямом посеве сои (без обработки почвы) установлена прямая зависимость между увеличением нормы высева и ростом показателя распространенности заболевания: в 2022 году она возрастала с 8 (при норме высева 400 тыс. шт./га) до 20 % (при норме высева 600 и 700 тыс. шт./га). В варианте с рекомендованной технологией (с обработкой почвы) данная тенденция отсутствовала, а зараженность корневой гнилью не превышало 12 % [90]. В 2024 году контраст между изучаемыми технологиями усилился: при прямом посеве и норме 700 тыс. шт./га зараженность корневой гнилью достигла 40 %, тогда как в варианте с рекомендованной технологией она не превышало 10 %.

Исследование развития септориоза на примордиальных листьях показало различия в реакции фитоценоза на норму высева в зависимости от технологии возделывания. При прямом посеве индекс развития болезни варьировал в диапазоне 17-26 баллов без выраженной зависимости от нормы высева. В варианте с рекомендованной технологией наблюдалась другая тенденция: увеличение нормы высева сопровождалось снижением показателя r с 18 до 7 баллов.

Комплексный анализ развития листового комплекса болезней (таблица 11) показал, что церкоспороз проявил наибольшую чувствительность к обработке почвы. В 2022 году распространённость этой болезни в среднем при прямом посеве составила 17,5 %, а индекс развития – 5 баллов. В варианте с рекомендованной технологией данные значения были ниже: ($P = 5,0$ %, $r = 1,5$ балла). В 2023 году заболевание прогрессировало во всех вариантах, однако рекомендованная

технология сохраняла сдерживающий эффект: среднее значения Р и г составили 61,5 % и 14,8 баллов соответственно, против 76,5 % и 19,3 баллов при прямом посеве.

Таблица 10 – Влияние нормы высева семян и технологии возделывания на зараженность сои корневой гнилью и септориозом примордиальных листьев, %

Технология возделывания (фактор А)	Норма высева (фактор В)	Корневая гниль	Зараженность примордиальных листьев септориозом		Корневая гниль	Зараженность примордиальных листьев септориозом	
		%	Р	г	%	Р	г
		26.06.2022			07.07.2024		
Прямой посев	400	8	64	26	0	0	0
	500	12	68	20	10	0	0
	600	20	48	17	10	10	2,5
	700	20	72	26	40	10	2,5
Рекомендованная технология	400	12	48	18	10	0	0
	500	10	48	18	0	0	0
	600	8	36	11	0	0	0
	700	12	28	7	0	0	0

Пероноспороз характеризовался стабильно высокой распространенностью (90-100 %) и вариабельной интенсивностью развития ($r = 25-45$ баллов) независимо от нормы высева и технологии возделывания. Средний индекс развития при прямом посеве составил 35,4 балла, а при рекомендованной технологией он был ниже на 5 баллов.

В 2023 году септориоз достиг эпифитотийного уровня распространения (66-100 %) независимо от изучаемых вариантов, однако интенсивность развития оставалась умеренной (17-25 баллов).

Интегральная оценка влияния изучаемых факторов позволила установить, что оптимальный фитопатологический фон формируется при сочетании рекомендованной технологии (с обработкой почвы) с нормами высева 500 и 600 тыс. шт./га. Данные варианты обеспечивают минимальную

распространенность корневых гнилей (0-10%), умеренную интенсивность листовых инфекций ($r < 20$ баллов) и стабильность показателей по годам исследования. При прямом посеве рекомендуется ограничивать норму высева уровнем 500 тыс. шт./га для снижения риска развития корневых гнилей, тогда как при рекомендованной технологии допустимо увеличение нормы до 600-700 тыс. шт./га без существенного повышения фитопатологической нагрузки.

Таблица 11 – Влияние нормы высева семян и технологии возделывания на зараженность посевов сои, %

Технология возделывания (фактор А)	Норма высева (фактор В)	Септориоз		Церкоспороз		Пероноспороз	
		Р	г	Р	г	Р	г
02.08.2022							
Прямой посев	400	60	15	40	10	90	35
	500	60	15	10	3	100	38
	600	100	32	10	4	100	43
	700	10	3	10	3	90	45
Рекомендован -ная технология	400	40	10	0	0	100	35
	500	40	10	10	3	100	28
	600	60	15	0	0	100	33
	700	40	10	10	3	100	33
17.08.2023							
Прямой посев	400	93	23	66	17	93	28
	500	93	23	80	20	100	30
	600	100	25	93	23	100	30
	700	80	20	67	17	100	32
Рекомендован -ная технология	400	100	25	40	10	100	25
	500	100	25	73	18	100	28
	600	66	17	80	18	100	28
	700	93	23	53	13	100	30

Таким образом, пожнивные остатки на поверхности почвы и отсутствие обработки почвы в варианте с прямым посевом сои сдерживают развитие сорных

растений независимо от нормы высева, тогда как по болезням (корневые гнили, листовые инфекции) более благоприятный фон обеспечивает рекомендованная технология (с обработкой почвы). Заниженная норма высева (400 тыс. шт./га) ухудшает фитосанитарное состояние по обоим показателям при любой технологии – возрастает и засоренность, и поврежденность инфекциями вследствие изреженности посева. Вместе с тем при прямом посеве оптимальна норма высева 500 тыс. шт./га, так как дальнейшее ее увеличение до 600 и 700 тыс. шт./га (т.е. загущение посева) усиливает развитие корневых гнилей без существенного снижения засоренности посева. Тогда как при рекомендованной технологии допустимо повышение до 600-700 тыс. шт./га, так как эти нормы высева обеспечивают максимальное подавление сорняков без значимого роста фитопатологической нагрузки. Выявленные различия в засоренности и пораженности листьев непосредственно определяют световой режим и активность фотосинтетического аппарата, что обуславливает необходимость оценки влияния прямого посева и нормы высева на фотосинтетическую деятельность сои.

4.3. Динамика листовой поверхности

Многолетними исследованиями по изучению фотосинтетической деятельности растений сои в посевах, как главного фактора урожайности, установлено, что на лугово-черноземовидных длительно сезонно-мерзлотных почвах юга Приамурья оптимизация условий фотосинтеза обеспечивает семенную продуктивность в условиях производства на уровне 2,2-2,5 т/га.

По мнению В.Т. Синеговской [146] «важным способом регулирования продуктивности растений является воздействие на экстенсивный признак фотосинтеза – площадь листовой поверхности. Для среднеспелых сортов сои оптимальная площадь листьев составляет 40-50 тыс. м²/га. Такие посевы позволяют сортам реализовать свою биологическую продуктивность при создании благоприятных условий, обусловленных комплексом факторов».

В 2022 году в фазу начало цветения площадь листьев сои составила: 6,3 тыс. м²/га – при технологии прямого посева (без обработки почвы) и

7,1 тыс. м²/га – при рекомендованной технологии возделывания (с обработкой почвы). Эти различия были существенны, то есть в начальные этапы органогенеза сои ее растения лучше развивались в вариантах с рекомендованной технологией. При этом норма высева так же оказывала влияние на площадь листьев. Так, при норме высева сои 400 тыс. шт./га наблюдалась наименьшая площадь листьев – 4,7 тыс. м²/га. Дальнейшее увеличение нормы высева на каждые 100 тыс. шт./га приводило к существенному увеличению изучаемого показателя и при норме 700 тыс. шт./га он достиг наибольшего своего значения – 8,5 тыс. м²/га. Следует отметить, что при прямом посеве наибольшая площадь листьев формировалась в вариантах с повышенными нормами высева сои – 600 тыс. шт./га (7,6 тыс. м²/га) и 700 тыс. шт./га – 8,8 тыс. м²/га, тогда как при рекомендованной технологии – в вариантах с 500 тыс. шт./га (8,3 тыс. м²/га) и 800 тыс. шт./га (8,2 тыс. м²/га). Но при обеих технологиях наименьшая площадь листовой поверхности формировалась в варианте с наименьшей нормой высева (400 тыс. шт./га): 4,5 тыс. м²/га – при прямом посеве, 4,8 тыс. м²/га – при рекомендованной технологии (таблица Г.1).

В фазу образование бобов площадь листьев сои увеличилась в 4 раза и в среднем по опыту составила 27,5 тыс. м²/га. Изучаемые нормы высева в этот период оказывали равноценное влияние на данный показатель. Однако в варианте с рекомендованной технологией площадь листовой поверхности формировалась интенсивнее в сравнении с вариантом, где осуществляли прямой посев. Разница между этими вариантами составила 3,6 тыс. м²/га в пользу рекомендованной технологии, и эта разница была существенна (таблица Г.1).

В фазу налив семян площадь листьев достигла максимальных размеров и в среднем по опыту составила 30,0 тыс. м²/га. Изучаемые нормы высева оказывали существенное влияние на данный показатель независимо от технологии ее возделывания. Так, максимальная площадь листьев сформировалась при наивысшей норме высева среди изучаемых вариантов (700 тыс. шт./га) – 34,0 тыс. м²/га. При других нормах высева (400, 500 и 600 тыс. шт./га) площадь

листьев была меньше в среднем на 5,4 тыс. м²/га, что превышает наименьшую существенную разницу на 5%-ном уровне значимости (таблица Г.1).

В целом, в 2022 году возделывание сои по рекомендованной технологии (с обработкой почвы) оказывало положительное влияние на формирование и развитие листьев в первые этапы органогенеза вплоть до фазы образования бобов. Однако дальнейшее развитие листьев формировалось на уровне варианта с прямым посевом сои и к фазе налив зерна, когда листья сои достигли максимальной площади, существенной разницы между изучаемыми технологиями не наблюдалось.

В 2023 году при первом сроке определения площади листьев сои (в фазу начало цветения) существенной разницы по изучаемым технологиям возделывания не было – она составила 7,1 тыс. м²/га в обоих вариантах (таблица Г.2). Следует отметить, что площадь листовой поверхности находилась на том же уровне в этот период, как и в прошлом году. Изучаемые нормы высева оказывали существенное влияние на данный показатель. Так, наименьшая площадь листьев сои была в варианте с минимальной нормой высева (400 тыс. шт./га) – 4,9 тыс. м²/га, дальнейшее повышение нормы высева обеспечивало существенное ее увеличение и при норме 500 тыс. шт./га площадь листьев составила 7,1 тыс. м²/га, при 600 тыс. шт./га – 7,6 тыс. м²/га, при 700 тыс. шт./га – 9,0 тыс. м²/га (при НСР₀₅ 0,5 тыс. м²/га) [47].

При втором сроке определения (в фазу образование бобов) листья сои уже достигали максимальной своей площади, в отличие от 2022 года, и существенно различались по изучаемым вариантам (таблица Г.2). Так, наибольшее значение этого показателя получили в варианте с прямым посевом сои при норме ее высева 600 тыс. шт./га – 46,9 тыс. м²/га. Тогда как в варианте с рекомендованной технологией при такой же норме высева площадь листьев составила 33,5 тыс. м²/га. Увеличение нормы до 700 тыс. шт./га при прямом посеве сои привело к снижению площади листьев до 36,8 тыс. м²/га, что так же оказалось существенно больше, по сравнению с вариантом, где почва обрабатывалась (32,2 тыс. м²/га). Следует

отметить, что даже при наименьшей норме высева сои (400 тыс. шт./га) площадь листовой поверхности была выше в варианте с прямым посевом сои, нежели с рекомендованной технологией: 36,8 тыс. м²/га против 30,9 тыс. м²/га. И только при норме высева 500 тыс. шт./га площадь листьев сои была равноценна в изучаемых вариантах технологии ее возделывания. В целом, при прямом посеве сои максимальная площадь листьев была больше на 6,7 тыс. м²/га, по сравнению с вариантом, где она возделывалась по рекомендованной технологии [48].

При третьем сроке определения (фаза налив семян) площадь листьев сои уменьшилась и составила: 33,1 тыс. м²/га – в варианте с прямым севом, 27,8 тыс. м²/га – в варианте с рекомендованной технологией (при НСР₀₅ 1,4) (таблица Г.2). Изучаемые нормы высева к фазе налив семян сои оказывали равноценное влияние данный показатель [48].

В целом, следует отметить, что на второй год исследований, площадь листьев увеличивалась до оптимальных размеров при прямом посеве сои, так как индекс листовой поверхности в среднем на этом варианте составил 4, что для большинства культур является хорошим показателем для создания оптимальных условий освещения, а также степени обеспечения растений водой и элементами минерального питания [108].

В 2024 году, так же, как и в предыдущие годы более лучшее развитие листьев сои до начала цветения не зависимо от нормы высева, наблюдалось при рекомендованной технологии, так как площадь листьев в этом варианте составил 14,1 тыс. м²/га, что на 4,5 тыс. м²/га больше, по сравнению с вариантом прямого посева сои (при НСР₀₅ 0,3 тыс. м²/га) (таблица Г.3). Среди изучаемых норм высева наименьшая площадь листовой поверхности формировалась в вариантах с минимальной нормой высева 400 тыс. шт./га. С повышением норы высева площадь листьев сои увеличивалась и достигала максимальных своих размеров при норме высева 700 тыс. шт./га. Следует отметить, что в 2024 году к фазе начало цветения площадь листьев в среднем по опыту был больше на 5 тыс. м²/га, по сравнению с предыдущими годами исследования.

К фазе образования бобов площадь листовой поверхности сои достигла максимального своего значения и была больше в варианте с прямым посевом сои при всех изучаемых нормах высева и в среднем составила 34,1 тыс. м²/га, тогда как в варианте с рекомендованной технологией она была существенно ниже и в среднем составила 28,1 тыс. м²/га (таблица Г.3). Следует отметить, что в варианте с прямым посевом сои при норме высева 600 тыс. шт./га площадь листьев была наибольшей, что благоприятно сказалось на оптимальном освещении, так как индекс листовой поверхности составил 4. Низкие нормы (400 и 500 тыс. шт./га) и высокие (700 тыс. шт./га) оказывали равноценное влияние на формирование площади листьев в этот период, но она была существенно меньше, по сравнению с нормой 600 тыс. шт./га. А в варианте с рекомендованной технологией площадь листовой поверхности не зависела от нормы высева, то есть она равноценно формировалась как при низкой норме высева (400 тыс. шт./га), так и при высокой (700 тыс. шт./га).

К фазе налив семян, также, как и в предыдущий период, наибольшая площадь листовой поверхности формировалась в варианте с прямым посевом сои при всех нормах высева, кроме нормы 600 тыс. шт./га, при которой листья сои равноценно развивались при обеих технологиях возделывания. Следует отметить, что в варианте с прямым посевом сои листья развивались равноценно по всем изучаемым нормам высева, а в варианте с рекомендованной технологией наибольшая площадь листовой поверхности наблюдалась при норме высева 600 тыс. шт./га – 27,6 тыс. м²/га. Однако она была равноценна варианту с 400 тыс. шт./га, так как разница между этими вариантами составила 1,0 тыс. м²/га при НСР₀₅ 2,4 тыс. м²/га (таблица Г.3).

В среднем за 2022-2024 года к моменту наступления фазы начало цветения растения сои лучше развивались в вариантах с нормой высева 700 тыс. шт./га, как при прямом посеве, так и при рекомендованной технологии (таблица 8). Худшее развитие в варианте с прямым посевом наблюдалось при норме высева 400 и 500 тыс. шт./га, в варианте с рекомендованной технологией – при 400 тыс. шт./га, так как повышение нормы при такой технологии возделывания до 500 и 600 тыс. шт./га привело к увеличению площади листьев сои в среднем на 2,3 тыс. м²/га.

В целом, в первый период наблюдения за растениями сои, более быстрое развитие растений наблюдалось в варианте с рекомендованной технологий возделывания сои (с обработкой почвы), так как площадь листьев была в среднем по опыту на 2,0 тыс. м²/га больше, по сравнению с вариантом прямого посева сои (при всех изучаемых нормах высева).

Таблица 12 – Площадь листьев, тыс. м²/га (в среднем за 2022-2024 гг.)

Фактор А (технология возделывания)	Фактор В (норма высева, тысяч всхожих семян на 1 га)				Средняя по фактору А
	400	500	600	700	
фаза начало цветения					
Прямой посев	5,7	6,5	7,7	10,1	7,5
Рекомендованная технология	6,9	10,0	9,9	11,1	9,5
Средняя по фактору В	6,3	8,3	8,8	10,6	
НСР ₀₅ для фактора А=0,5 тыс. м ² /га, НСР ₀₅ для фактора В=0,6 тыс. м ² /га, НСР ₀₅ для частных различий=0,9 тыс. м ² /га					
фаза образование бобов					
Прямой посев	30,5	33,2	37,4	31,6	33,1
Рекомендованная технология	27,6	30,6	31,7	30,9	30,1
Средняя по фактору В	29,1	31,9	34,6	31,3	
НСР ₀₅ для фактора А=1,5 тыс. м ² /га, НСР ₀₅ для фактора В=2,2 тыс. м ² /га, НСР ₀₅ для частных различий=3,1 тыс. м ² /га					
фаза налив семян					
Прямой посев	30,9	31,7	30,1	32,7	31,3
Рекомендованная технология	27,6	26,8	28,6	27,7	27,7
Средняя по фактору В	29,3	29,3	29,4	30,2	
НСР ₀₅ для фактора А=1,1 тыс. м ² /га, НСР ₀₅ для фактора В=F _ф <F ₀₅ , НСР ₀₅ для частных различий= F _ф <F ₀₅					

К фазе образование бобов площадь листовой поверхности сои достигла максимального размера и при прямом посеве составила 33,1 тыс. м²/га (таблица 12), что было существенно больше в среднем по опыту варианта с рекомендованной технологией, то есть в период от начала цветения до образования бобов растения сои стали лучше развиваться уже в варианте с прямым посевом. Следует отметить,

что площадь листьев сои при такой технологии была больше в варианте с нормой высева 600 тыс. шт./га и составил 37,4 тыс. м²/га, тогда как в других изучаемых вариантах с нормами высева этот показатель был ниже в среднем на 5,6 тыс. м²/га. А вот в варианте с рекомендованной технологией нормы высева оказывали равноценное влияние на площадь листьев сои, и в среднем по опыту она составил 30,1 тыс. м²/га.

К фазе налив семян лучшее формирование листьев сои так же наблюдалось в варианте с прямым посевом, так как их площадь была больше на 3,6 тыс. м²/га варианта с рекомендованной технологией (таблица 12). Изучаемые нормы высева оказывали равноценное влияние на данный показатель как при прямом посеве (без обработки почвы), так и при рекомендованной технологией (с обработкой почвы).

Для большинства сельскохозяйственных культур оптимальный листовой индекс составляет 4-5 [108]. В наших исследованиях в среднем за три года максимально близко к этим значениям были получены результаты в варианте прямым посевом сои при норме высева 600 тыс. шт./га.

4.4. Фотосинтетический потенциал посевов

Формирование урожая зависит не только от величины площади листьев, но и от времени ее функционирования. Фотосинтетический потенциал объединяет эти показатели. Фотосинтетический потенциал посева коррелируется как с биологической, так и хозяйственной продуктивностью растений. По многолетним данным В. Т. Синеговской и др. [147] «фотосинтетический потенциал за вегетацию у различных сортов сои в зависимости от условий возделывания варьирует от 1,4 до 2,2 млн. м²×дней/га». По мнению И. С. Шатилова и А. И. Столярова [175] «фотосинтетический потенциал посева считается хорошим, если за 100 дней вегетации достигает не менее 2 млн. м²×сутки/га».

В наших исследованиях в 2022 году в период от массового появления всходов до начала цветения фотосинтетический потенциал посева сои был самым низким при норме высева 400 тыс. шт./га не зависимо от технологии возделывания и в среднем составил 56 тыс. м²×дней/га (таблица Г.4). Повышение нормы высева до

500 тыс. шт./га в варианте с прямым посевом существенно не оказало влияние на данный показатель, и он оставался на том же уровне – 53 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$. В варианте с рекомендованной технологией повышение нормы высева на 100 тыс. шт./га привело к увеличению фотосинтетического потенциала в 1,7 раза. Использование нормы высева 600 тыс. шт./га при прямом посеве оказало положительное влияние на фотосинтетический потенциал, что привело к существенному его увеличению с 53 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$ до 90 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$, тогда как применение такой нормы при рекомендованной технологии способствовало снижению данного показателя со 100 до 88 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$, при этом он все-таки был выше варианта с самой низкой нормой высева. Прямой посев сои нормой высева 700 тыс. шт./га обеспечил получение наибольшего показателя фотосинтетического потенциала при такой технологии возделывания, однако он был на уровне варианта с нормой высева 500 тыс. шт./га при рекомендованной технологией. А увеличение нормы высева до 700 тыс. шт./га в варианте с рекомендованной технологией привело к повышению фотосинтетического потенциала, по сравнению с нормой высева 400 и 600 тыс. шт./га, но он был равнозначен с вариантом с нормой 500 тыс. шт./га.

В дальнейший период вегетации сои (от начала цветения до образования бобов) фотосинтетический потенциал посева сои в целом был наиболее высоким за весь период вегетации и максимальных значений он достиг в вариантах с повышенными нормами высева (600 и 700 тыс. шт./га) не зависимо от технологии возделывания. В среднем по опыту данный показатель был выше в варианте с рекомендованной технологией и составил 651 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$, а в варианте с прямым посевом – 575 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$ (НСР₀₅ составила 51,7 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$) (таблица Г.4).

В целом, в первый период вегетации сои от массового появления сои до образования бобов фотосинтетический потенциал был выше при рекомендованной технологии возделывания с применением обработки почвы. Однако в дальнейший период вегетации, как от образования бобов до налива семян, так и от налива семян

до полного налива разница между технологиями возделывания нивелировалась, и они оказывали равноценное влияние на фотосинтетический потенциал до конца вегетации сои. В период образование бобов – налив семян наиболее высокий фотосинтетический потенциал был зафиксирован в варианте с самой высокой нормой высева (700 тыс. шт./га) не зависимо от технологии возделывания сои и в среднем составил 442 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$, что было на уровне нормы высева 600 тыс. шт./га (400 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$), но существенно выше варианта с 500 тыс. шт./га (391 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$) и 400 тыс. шт./га (372 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$). Эффективность повышенной нормы высева проявлялась вплоть до фазы полный налив и фотосинтетический потенциал, хоть и в среднем по опыту снизился, но наиболее высоким (272 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$) он был именно в этом варианте независимо от технологии возделывания (таблица Г.4).

Таким образом, за весь период вегетации сои фотосинтетический потенциал был наименьшим на варианте с нормой высева сои 400 тыс. шт./га при обеих технологиях возделывания, и в среднем составил 1175 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$. Повышение нормы до 500 тыс. шт./га не привело к существенному повышению этого показателя. На этом варианте он получился на уровне 1304 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$ при НСР₀₅ 133,8 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$. Использование нормы высева 600 и 700 тыс. шт./га оказало положительное влияние на фотосинтетический потенциал, что привело к его увеличению 1367 и 1494 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$ соответственно. Однако между этими данными существенной разницы не было, т.е. эти нормы равноценно оказывали влияние на фотосинтетический потенциал независимо от технологии возделывания сои (таблица Г.4).

В целом, в первый год проведения исследования, фотосинтетический потенциал за весь период вегетации (от массового появления всходов сои до полного налива семян) суммарно был выше в варианте с рекомендованной технологией, однако это никак не отразилось на уровне урожая сои, что показано в подразделе 3.6.

Следует отметить, что в среднем по опыту фотосинтетический потенциал за весь период вегетации в 2022 году составил 1335 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$, что характерно по мнению А.М. Ленточника с соавторами [108] для средних посевов.

В 2023 году наименьшие значения фотосинтетического потенциала наблюдались так же в начале вегетации (от всходов до начала цветения), который находились на уровне 107 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$ при обеих технологиях возделывания (таблица Г.5). В варианте с прямым посевом сои наилучшие значения этого показателя были получены при самой высокой норме высева (700 тыс. шт./га), в варианте с рекомендованной технологией наиболее результативным он был при норме высева 500 и 700 тыс. шт./га. Следует отметить, что при минимальной норме высева фотосинтетический потенциал был равноценен при обеих технологиях возделывания. При норме высева 500 тыс. шт./га он был существенно выше в варианте с рекомендованной технологией (на 37 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$ при НСР₀₅ 11,1 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$), а при норме высева 600 и 700 тыс. шт./га – в варианте с прямым посевом [48].

В период от начала цветения до образования бобов фотосинтетический потенциал существенно возрастает и до полного пожелтения листьев отличается в зависимости от технологии возделывания сои. Так, в период начало цветения-образование бобов, при прямом посеве сои он составил 702 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$, а при обработке почвы – 603 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$ (при НСР₀₅ 32,3) [48]. В варианте с прямым посевом наиболее эффективной в этот период была норма высева 600 тыс. шт./га, при которой был получен наивысший результат – 823 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$. В варианте с рекомендованной технологией при такой же норме фотосинтетический потенциал составил 610 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$. Наиболее высоким этот показатель при такой технологии возделывания был зафиксирован при норме высева 500 тыс. шт./га – 657 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$, но это было равноценно варианту с прямым посевом при такой же норме. Следует отметить, что повышении нормы высева до 600 и 700 тыс. шт./га в варианте с рекомендованной технологией не привело к существенному увеличению фотосинтетического потенциала (таблица Г.5).

В период от образования бобов до налива семян наиболее высокие показатели фотосинтетического потенциала были также зафиксированы в варианте прямым посевом. В среднем он составил 729 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$, что было на 121 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$ больше в сравнении с рекомендованной технологией. Эффективность изучаемых норм высева уже не зависела от технологии возделывания сои. В среднем по опыту наиболее высокие показатели фотосинтетического потенциала в этот период были получены при норме высева 600 тыс. шт./га – 712 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$, что равноценно норме высева 500 тыс. шт./га – 678 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$, но существенно выше нормы 400 тыс. шт./га – 643 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$ и нормы высева 700 тыс. шт./га – 642 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$ (таблица Г.5) [48].

В период от налива семян до полного налива фотосинтетический потенциал снизился до 265 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$ (при прямом посеве) и 222 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$ (при рекомендованной технологии), но даже эта разница была существенна (НСР_{05} составило 11,2). В этот период в варианте с прямым посевом наилучшие результаты этого показателя были получены при норме высева 500 тыс. шт./га, в варианте с рекомендованной технологией – при норме высева 600 тыс. шт./га (таблица Г.5).

В целом за весь период вегетации сои фотосинтетический потенциал был выше при прямом посеве. В этом варианте он составил 1802 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$, тогда как в варианте с рекомендованной технологией – 1540 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$. Среди изучаемых норм высева следует выделить вариант с 600 тыс. шт./га, так как при этой норме фотосинтетический потенциал был самым высоким за весь период вегетации. Так же следует отметить, что при рекомендованной технологии возделывания сои нормы высева 500, 600 и 700 тыс. шт./га оказывали равноценное влияние на фотосинтетический потенциал, тогда как при прямом посеве вариант с нормой высева 600 тыс. шт./га существенно превышал другие варианты по этому показателю [48].

Следует отметить, что в 2023 году фотосинтетический потенциал в среднем по опыту составил 1761 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$, что на 337 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$ больше, чем в

2022 году. Однако эти данные так же находятся на уровне средних посевов сои [108].

В целом, на второй год исследований проявляется положительное влияние прямого посева сои на этот показатель даже при минимальной норме высева (400 тыс. шт./га).

В 2024 году в варианте с рекомендованной технологией возделывания сои фотосинтетический потенциал был выше, чем в варианте с прямым посевом сои только в начальный период вегетации (от всходов до начала цветения). Самые низкие показатели были получены в варианте с минимальной нормой высева – 139 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$. Увеличение нормы до 500 и 600 тыс. шт./га привело к существенному увеличению данного показателя и в этих вариантах он составил 170 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$ и 188 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$ соответственно. Увеличение нормы до 700 тыс. шт./га значительного влияния не оказало на данный показатель, он составил 201 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$ (таблица Г.6).

В период цветение – образование бобов изучаемые технологии возделывания сои уже оказывали равноценное влияние на фотосинтетический потенциал растений сои. Однако, действие различных норм высева зависело от технологии возделывания сои. Так, в варианте с прямым посевом наивысшие показатели фотосинтетического потенциала были зафиксированы при норме высева 600 тыс. шт./га, тогда как при остальных нормах этот показатель был существенно ниже. В варианте с рекомендованной технологией наилучшие показатели фотосинтетического потенциала были получены как при норме 500 тыс. шт./га, так и при нормах 600 и 700 тыс. шт./га. Разница между полученными данными была не существенная. Только при минимальной норме высева (400 тыс. шт./га) данный показатель находился на самом низком уровне – 541 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$, что было значительно ниже остальных вариантов (таблица Г.6).

В период образование бобов – налив семян благодаря более лучшему развитию растений сои в варианте прямым посевом, в частности большей площади листьев, фотосинтетический потенциал стал существенно выше в этом варианте, в

сравнении с рекомендованной технологией возделывания. Наивысшие данные были получены при норме высева 600 тыс. шт./га не зависимо от технологии возделывания (таблица Г.6).

До конца вегетации сои (полного налива семян) эффективность прямого посева сои сохраняется, но разница между нормами высева в этом варианте нивелируется и в среднем фотосинтетический потенциал составляет 244 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$. В варианте с рекомендованной технологией он существенно ниже – 206 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$. Наиболее эффективной нормой высева при такой технологии в этот период оказывается 600 тыс. шт./га, так как при ней получены наибольшие данные – 221 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$, что существенно выше 500 и 700 тыс. шт./га, но равноценно 400 тыс. шт./га (таблица Г.6).

За весь период вегетации сои в 2024 году лучшие данные фотосинтетического потенциала были получены в варианте с прямым посевом – 1602 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$. Оптимальной нормой высева для получения высоких показателей фотосинтетического потенциала растений сои оказалась 500 тыс. шт./га не зависимо от технологии возделывания сои (таблица Г.6).

В среднем за три года в начале вегетации сои (всходы – начало цветения) интенсивность фотосинтетического потенциала была не высокой и в варианте с прямым посевом она составила 99 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$, в варианте с рекомендованной технологией – 112 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$ (рисунок 20). Разница между технологиями возделывания сои в этот период оказалась существенной (НСР_{05} составил 3,7 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$). Пик фотосинтетического потенциала пришелся на период от начала цветения до образования бобов, в который растения сои в варианте с прямым посевом стали лучше развиваться и «догонять» вариант с рекомендованной технологией, и разница между изучаемыми технологиями была уже не существенной ($F_{\phi} < F_{05}$).

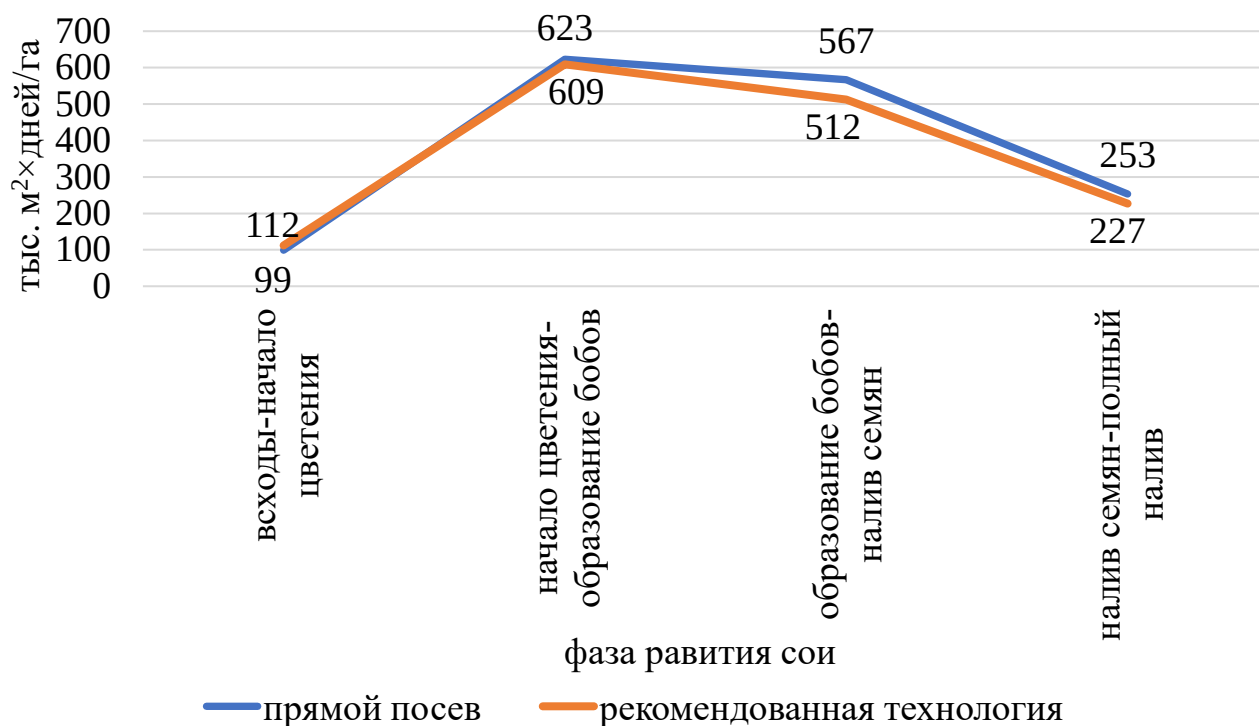


Рисунок 20 – Фотосинтетический потенциал в зависимости от технологии возделывания сои (в среднем за 2022-2024 гг.)

В период образование бобов – налив семян фотосинтетический потенциал растений сои в среднем по опыту немного снизился, но в варианте с прямым посевом он стал выше на 55 тыс. м²×дней/га, в сравнении с вариантом, где почва обрабатывалась (рекомендованная технология) при НСР₀₅ 30,3 тыс. м²×дней/га. Тенденция большего фотосинтетического потенциала в варианте с прямым посевом сохраняется в период от налива семян до полного налива, хотя в среднем по опыту этот показатель снижается до 240 тыс. м²×дней/га.

Нормы высева сои так же оказывали влияние на фотосинтетический потенциал в течении всей вегетации. В первый период (всходы – начало цветения) наихудшие результаты этого показателя были зафиксированы при минимальной норме высева (400 тыс. шт./га), с повышением нормы высева на каждые 100 тыс. шт./га привело к существенному увеличению фотосинтетического потенциала и наивысшим он был при норме высева 700 тыс. шт./га – 132 тыс. м²×дней/га (рисунок 21).

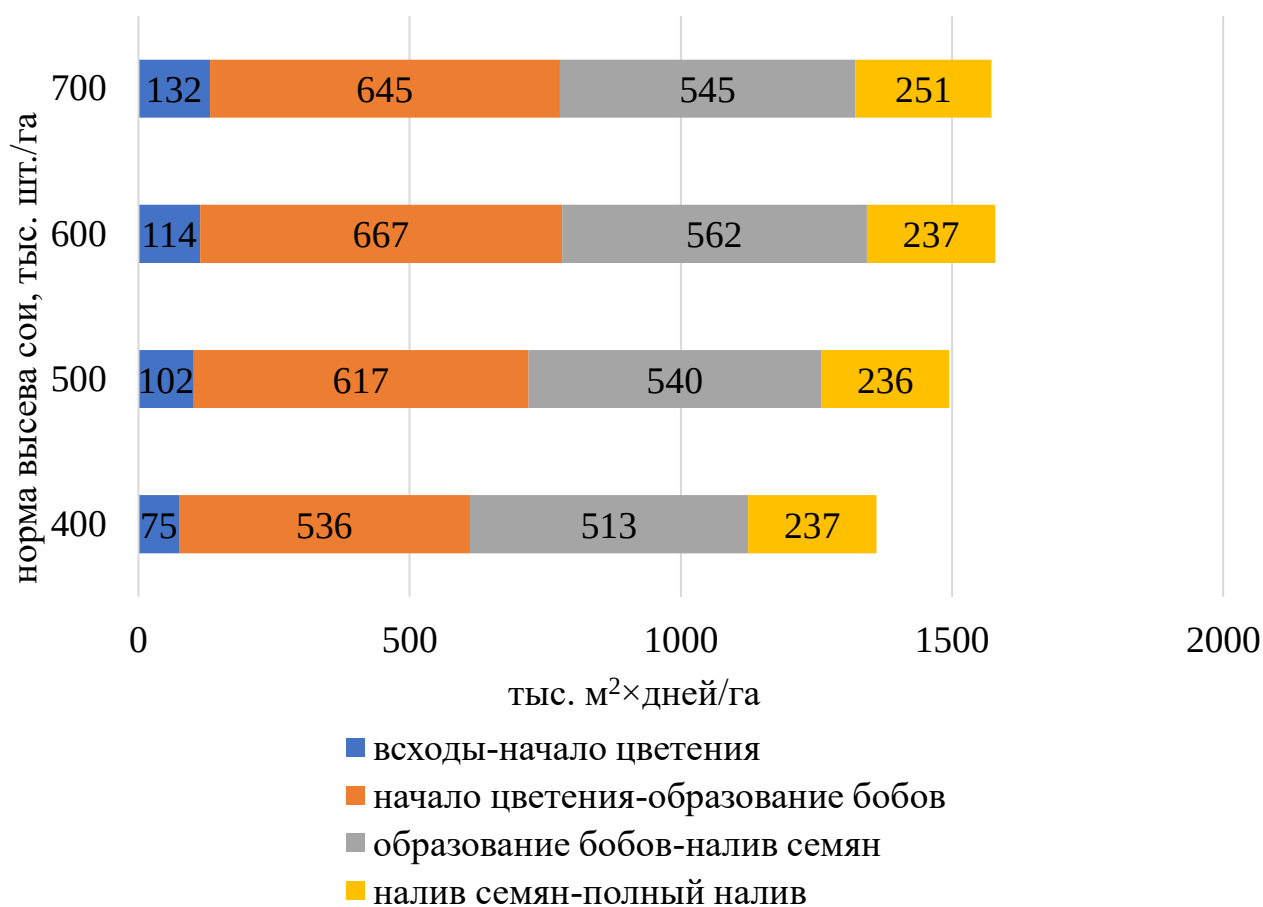


Рисунок 21 – Фотосинтетический потенциал при различных нормах высева сои
(в среднем за 2022-2024 гг.)

В следующий период (начало цветения – образование бобов) наивысшие данные этого показателя были получены в вариантах с нормой высева 600 и 700 тыс. шт./га, так как разница между ними была меньше $НСР_{05}$, который составил для фактора В 41,1 тыс. $м^2 \times \text{дней/га}$. То есть эффективность самой высокой нормы высева в этот период снизилась, и находилась на уровне вариантов с 500 и 600 тыс. шт./га, но существенно выше варианта с самой низкой нормой (400 тыс. шт./га). В период от образования бобов до налива семян эффективность нормы высева 700 тыс. шт./га еще снизилась и находилась в тех же пределах, что и другие варианты. Выделялся только один вариант – 600 тыс. шт./га, так как при такой норме высева фотосинтетический потенциал был наивысшим и существенно превышал вариант с 400 тыс. шт./га, но был на уровне с 500 и 700 тыс. шт./га. В

конце вегетации (до полного налива семян) разница между вариантами норм высева нивелировалась ($F_{\phi} < F_{05}$).

За весь период вегетации (от всходов до полного налива семян) (рисунок 22, таблица Г.7) суммарно фотосинтетический потенциал был существенно выше в варианте с прямым посевом и составил 1542 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$, тогда как в варианте с рекомендованной технологией – 1459 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$.

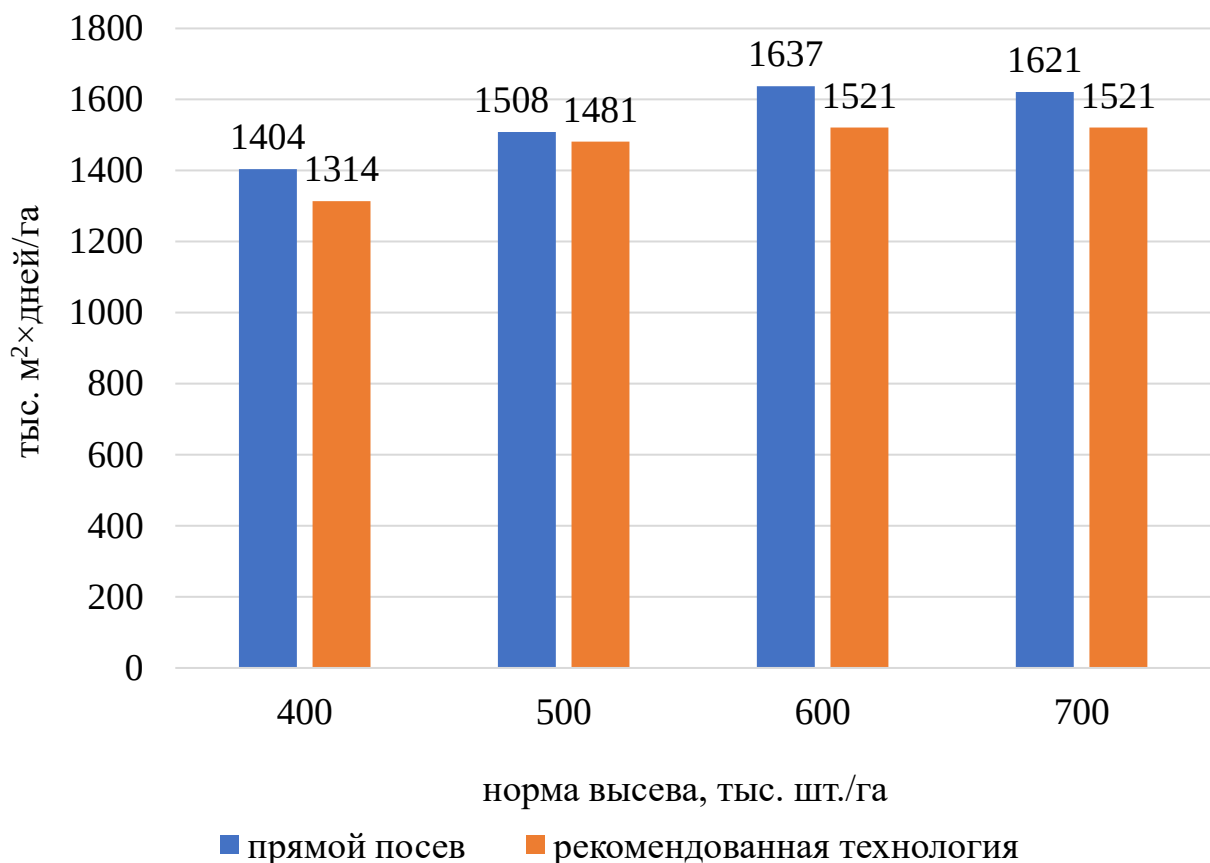
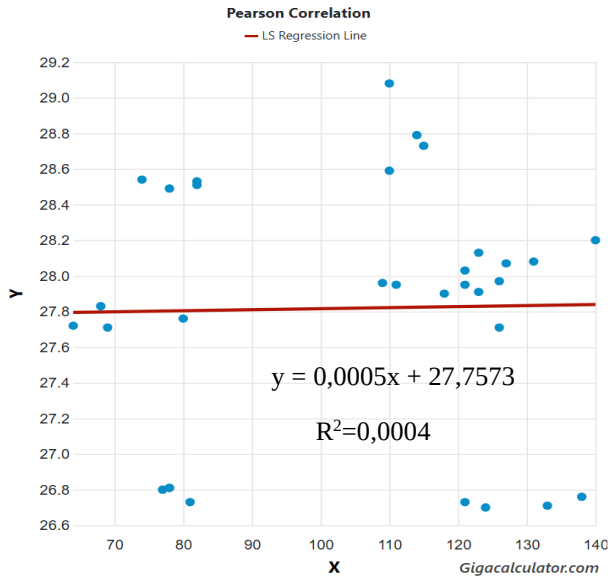


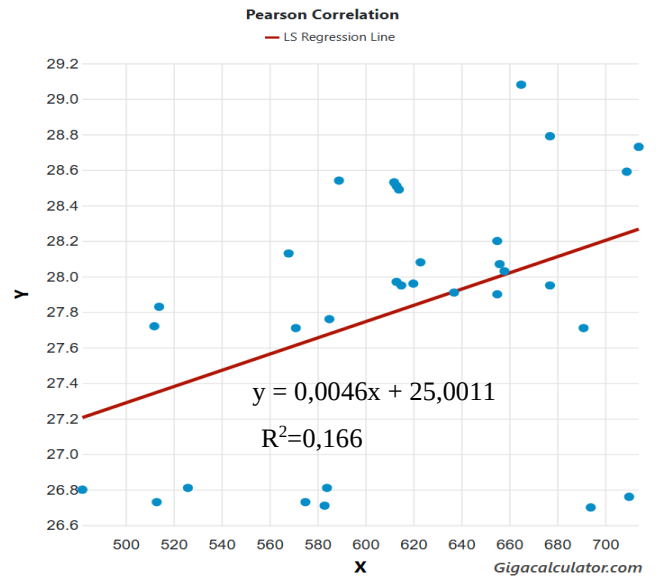
Рисунок 22 – Фотосинтетический потенциал за период вегетации сои (в среднем за 2022-20224 гг.), тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$

Среди изучаемых вариантов норм высева сои наилучшие результаты по данному показателю были получены в варианте с более высокими нормами высева (600 и 700 тыс. шт./га) – 1579 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$ и 1571 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$ соответственно, что характерно для средних посевов [108].

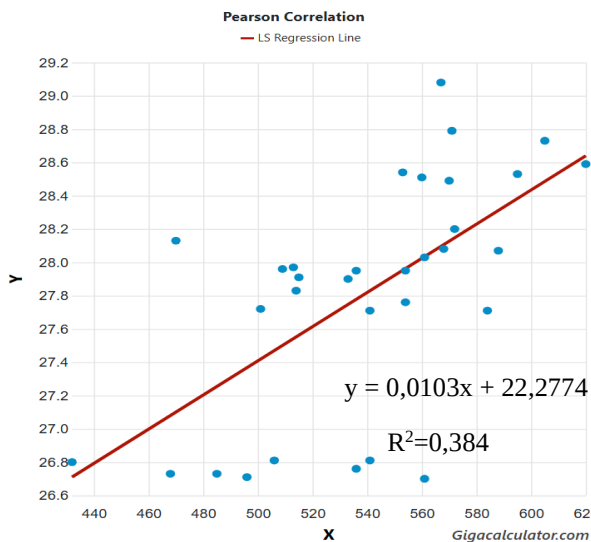
В результате проведенного корреляционно-регрессионного анализа установлено, что влияние фотосинтетического потенциала на урожайность сои существенно различается по фазам вегетации (рисунок 23).



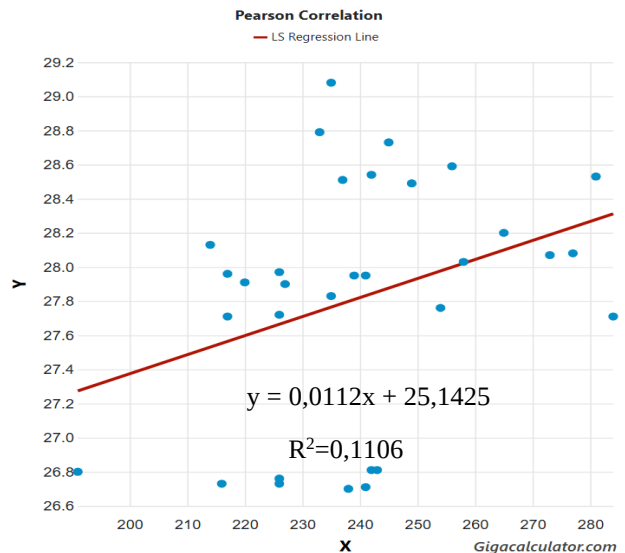
а) всходы – начало цветения



б) начало цветения – образование бобов



в) образование бобов – налив семян



г) налив семян – полный налив

Рисунок 23 – Взаимосвязь между фотосинтетическим потенциалом и урожайностью семян сои

На ранней стадии вегетации (всходы – начало цветения) фотосинтетический потенциал не оказывает существенного влияния ($P = 0,4575$, статистически не значимо) на конечную урожайность сои, очень слабая зависимость ($r = 0,0198$). Коэффициент детерминации очень низкий ($R^2 = 0,0004$), то есть фотосинтетический потенциал объясняет менее 0,1% вариации урожайности (рисунок 23а). Наклон линии почти нулевой: прирост фотосинтетического потенциала на единицу дает

+0,0006 ц/га урожая. Любые изменения фотосинтетического потенциала в этот период статистически не связаны с вариацией урожая.

В период начало цветения – образование бобов появляется статистически подтвержденная ($P = 0,0099$) умеренная (средняя) зависимость ($r = 0,4079$). Доля объясненной дисперсии – около 16,6 % ($R^2 = 0,166$). Наклон линии положительный: прирост фотосинтетического потенциала на 100 единиц дает +0,46 ц/га урожая (рисунок 23б).

В период образование бобов – налив семян фиксируется сильная зависимость ($r = 0,6199$) и высокий коэффициент детерминации ($R^2 = 0,3843$). Это указывает на то, что в этот период растения максимально зависят от интенсивности фотосинтеза. Это наиболее значимый период для формирования урожая. Наклон линии положительный: прирост фотосинтетического потенциала на 100 единиц дает +1,03 ц/га урожая (рисунок 23в).

В период налив семян – полный налив связь сохраняется, но становится слабее по сравнению с предыдущим этапом ($r = 0,333$, зависимость слабая). Тем не менее, она остается статистически значимой ($P = 0,031$), а доля объясненной дисперсии – около 11 % ($R^2 = 0,1106$) (рисунок 23г).

4.5. Чистая продуктивность фотосинтеза

Чистая продуктивность фотосинтеза характеризует активность фотосинтетического аппарата посевов (растений) в период вегетации. По мнению В. В. Гриценко и В. Е. Долгодворов [55] «показатель чистой продуктивности посевов за период вегетации сои более 4 г/м²×сутки говорит о высокой эффективности работы фотосинтетического аппарата».

В наших исследованиях в 2022 году в среднем по опыту чистая продуктивность фотосинтеза сои в среднем за период начало цветения – налив бобов составила 7,2 г/м²×сутки и не имела существенных различий по изучаемым технологиями возделывания сои (таблица Г.8). Однако нормы высева сои оказывали влияние на данный показатель. Так, наименьшая продуктивность фотосинтеза наблюдалась при норме 500 и 600 тыс. шт./га – 6,5 и 6,6 г/м²×сутки

соответственно. При минимальной норме в 400 тыс. шт./га она была существенно выше – $7,4 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$. Применение высокой нормы высева сои (700 тыс. шт./га) обеспечило получение наиболее высоких показателей чистой продуктивности фотосинтеза – $7,9 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$, что существенно превышало варианты с нормой 500 и 600 тыс. шт./га, но находилось на том же уровне, что и вариант с 400 тыс. шт./га.

В 2023 году чистая продуктивность фотосинтеза в среднем за период начало цветения – налив семян составила $5,7 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ и существенно не отличалась от технологии возделывания. Следует отметить, что в 2023 году чистая продуктивность фотосинтеза была ниже на $1,5 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ 2022 года, но была выше $4 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$, что говорит о высокой эффективности фотосинтетического аппарата растений сои (таблица Г.8). Среди изучаемых нормы высева варианты с 400, 500 и 600 тыс. шт./га оказывали равноценное влияние на чистую продуктивность фотосинтеза в среднем за период начало цветения – налив семян. Повышение нормы до 700 тыс. шт./га привело к снижению этого показателя. Однако, при возделывании сои без обработки почвы (при прямом ее посеве) наивысшие показатели чистой продуктивности фотосинтеза были получены при норме высева 500 тыс. шт./га, наименьшие – в вариантах с 600 и 700 тыс. шт./га. При наименьшей норме высева (400 тыс. шт./га) данный показатель находился на том же уровне, что и вариант с самой высокой нормой высева (700 тыс. шт./га); однако был существенно ниже вариантов с 500 и 600 тыс. шт./га. При возделывании сои по рекомендованной технологии наивысший показатель чистой продуктивности фотосинтеза был получен при норме высева сои 600 тыс. шт./га, на остальных вариантах данный показатель был существенно ниже [48].

В 2024 году чистая продуктивность фотосинтеза была самой низкой за все три года исследований (таблица Г.8). Как и в предыдущие годы изучаемые технологии возделывания оказывали равноценное влияние на ее интенсивность. В варианте с прямым посевом сои наивысшим этот показатель оказался при норме высева 500 тыс. шт./га – $5,9 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$, при других нормах он находился на уровне $5,0\text{-}5,4 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$, что было существенно ниже. В варианте с рекомендованной

технологией лучшие результаты по чистой продуктивности фотосинтеза были получены в варианте с более высокой нормой (600 тыс. шт./га) – 5,9 г/м²×сутки, при этом полученные данные были равноценны варианту с нормой высева 500 тыс. шт./га. В целом по опыту в этот период наиболее оптимальной нормой высева оказалась 500 тыс. шт./га, при которой интенсивность чистой продуктивности фотосинтеза была на уровне 5,8 г/м²×сутки.

В среднем за три года чистая продуктивность фотосинтеза составила 6,4 г/м²×сутки и на всех изучаемых вариантах она была более 4 г/м²×сутки (рисунок 24, таблица Г.8). Это говорит о высокой эффективности работы фотосинтетического аппарата растений сои. Изучаемые варианты оказывали равноценное влияние на интенсивность данного показателя.

Таким образом, для обеспечения оптимальных условий работы фотосинтетического аппарата растений сои является вариант с прямым посевом при норме высева 600 тыс. шт./га. В условиях оптимального увлажнения более высокая эффективность работы фотосинтетического аппарата получена в варианте нормой высева 700 тыс. шт./га, в засушливых условиях – с нормой высева 500 тыс. шт./га.

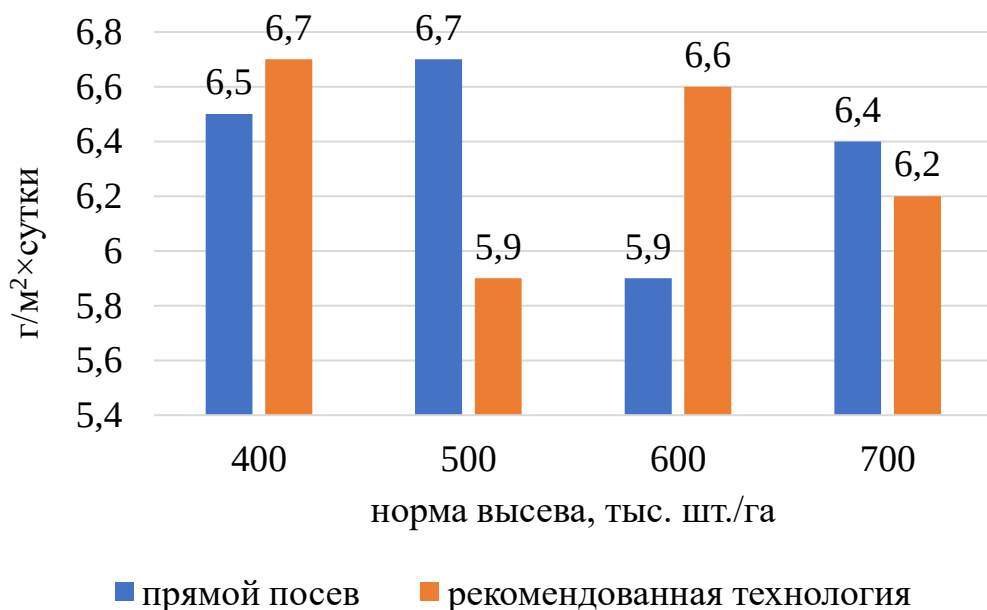


Рисунок 24 – Чистая продуктивность фотосинтеза в среднем за период начало цветения – налив семян (в среднем за 2022-2024 гг.), г/м²×сутки

Однако формирование урожая бобовых культур в значительной мере зависит так же от эффективности биологической фиксации азота. Это обуславливает необходимость оценки влияния прямого посева и нормы высева на развитие клубенькового аппарата и общий симбиотический потенциал сои.

4.6. Масса клубеньков и общий симбиотический потенциал посевов

За все три года исследований в первый срок определения массы клубеньков на одном растении сои (фаза начало цветения) рекомендованная технология и прямой посев оказывали равноценное влияние ($F_{\phi} < F_{05}$) на сырую массу и в среднем по опыту она составила в 2022 году – 0,56 г, в 2023 году – 0,57 г, а в 2024 году в 2,5 раза меньше – всего 0,21 г (таблица Д.1). Формирование наименьшей сырой массы клубеньков в 2024 году может быть связано с неблагоприятными климатическими условиями, которые складывались в 2024 году. Однако в 2022 и 2023 годах воздушно-сухая масса была существенно выше в варианте с прямым посевом сои на 0,04 и 0,05 г на растение соответственно (НСР₀₅ составило 0,02 г на растение). В среднем по опыту она была на уровне 0,34-0,35 г на растение. В 2024 году воздушно-сухая масса клубеньков в среднем по опыту была ниже в 3 раза, по сравнению с предыдущими годами, но выше она была в варианте с рекомендованной технологией на 0,01 г при НСР₀₅ 0,002 г, по сравнению с прямым посевом. Нормы высева в 2022 году оказывали различное влияние на данный показатель в зависимости от технологии возделывания. Так, наименьшая сырая масса клубеньков в варианте с прямым посевом сои формировалась при норме высева 500 тыс. шт./га – 0,47 г на растение, что существенно меньше по сравнению с другими вариантами норм высева (в среднем на 0,12 г на растение при НСР₀₅ 0,06 г на растение). А в варианте с рекомендованной технологией наименьшая сырая масса клубеньков формировалась при норме высева 600 тыс. шт./га – 0,45 г на растение, что существенно меньше по сравнению с другими вариантами норм высева (в среднем на 0,14 г на растение при НСР₀₅ 0,06 г на растение). В 2023 году при норме 600 тыс. шт./га образовывалась наименьшая сырая масса клубеньков независимо от технологии возделывания (0,49 г на растение, что существенно ниже

других вариантов в среднем на 0,11 г на растение при НСР₀₅ 0,05 г на растение). Сухая масса в варианте с прямым посевом сои равноценно формировалась при всех изучаемых нормах высева, в варианте с рекомендованной технологией при нормах высева 600 и 700 тыс. шт./га получены минимальные результаты (0,28 г на растение), при нормах 400 и 500 тыс. шт./га – максимальные (0,37 г на растение); эта разница была существенна (НСР₀₅ для частных различий составила 0,04 г на растение). В 2024 году при каждом увеличении нормы высева на 100 тыс. шт./га, как при прямом посеве, так и с рекомендованной технологией, сырая и воздушно-сухая масса клубеньков существенно уменьшалась из-за снижения площади питания одного растения сои.

При расчете массы клубеньков на 1 га в 2022 году действие обработки почвы на данный показатель получилось аналогичным, как и массы клубеньков на одном растении сои (таблица Д.2). Однако нормы высева оказывали другое влияние. Благодаря увеличению количества растений сои на одном гектаре при повышении нормы высева с 400 тыс. шт./га до 700 тыс. шт./га с шагом в 100 тыс. шт./га как сырая, так и сухая масса клубеньков на 1 га увеличивалась в среднем по опыту на 12,7 % и 28,7 % соответственно (при увеличении нормы с 400 до 500 тыс. шт./га), на 8,6 % и 11,3 % соответственно (при увеличении нормы с 500 до 600 тыс. шт./га), на 37,7 % и 10,2 % соответственно (при увеличении нормы с 600 до 700 тыс. шт./га). В 2023 году в варианте с прямым посевом сои формировалось существенно больше как сырой, так и сухой массы клубеньков на одном гектаре, по сравнению с вариантом, где почва обрабатывалась (рекомендованная технология). Нормы высева оказывали различное влияние на данный показатель, в зависимости от технологии возделывания. Так, в варианте с прямым посевом с каждым повышением нормы высева шагом в 100 тыс. шт./га (с 400 до 700 тыс. шт./га) существенно увеличивалась как сырая, так и сухая масса клубеньков. В варианте с рекомендованной технологией повышение нормы с 400 до 500 тыс. шт./га привело так же к существенному увеличению массы клубеньков на одном гектаре, а вот повышение нормы до 600 тыс. шт./га привело к существенному снижению как

сырой, так и сухой массы; при максимальной норме высева (700 тыс. шт./га) масса клубеньков была на уровне варианта с 500 тыс. шт./га. В 2024 году наименьшая сырая и воздушно-сухая масса клубеньков на 1 га наблюдалась при минимальной норме высева (400 тыс. шт./га), как при прямом посеве, так и с рекомендованной технологией. Дальнейшее повышение нормы высева оказывало различное влияние на данный показатель в зависимости от технологии возделывания. Так, в варианте с прямым посевом сои сырая и воздушно-сухая масса клубеньков существенно увеличивалась с каждым повышением нормы высева на 100 тыс. шт./га и максимальной она была при 700 тыс. шт./га – 114 кг/га и 57 кг/га соответственно. В варианте с рекомендованной технологией только повышение нормы с 400 до 500 тыс. шт./га привело к существенному увеличению массы клубеньков: сырой на 9 кг/га при НСР₀₅ 3,4 кг/га, воздушно-сухой на 4 кг/га при НСР₀₅ 1,8 кг/га; повышение же нормы высева до 600 и 700 тыс. шт./га оказывало равноценное влияние на массу клубеньков, которая оставалась на уровне варианта с нормой высева 500 тыс. шт./га.

На второй срок определения (фаза образование бобов) в 2022 и 2024 году сырая масса клубеньков на одном растении сои выросла в 1,8-2 раза, сухая – в 1,6-1,7 раз (таблица Д.3). В 2023 году сырая масса в варианте с прямым посевом осталась на том же уровне (0,58 г на растение), в варианте с рекомендованной технологией она уменьшилась на 10,7 %; сухая масса при прямом посеве снизилась на 30 %, при рекомендованной технологии – на 20 %. Это может быть связано с климатическими условиями, так как в период от начала цветения до образования бобов в 2023 году выпало на 8 мм осадков меньше, чем в 2022 году, а среднесуточная температура была ниже на 1⁰С. Тем не менее в 2022 году существенно выше сырая и сухая масса клубеньков наблюдалась при прямом посеве сои, по сравнению с рекомендованной технологией. В 2023 и 2024 годах существенно больше была только сырая масса, а сухая масса существенно различалась по прямому посеву и рекомендованной технологией. Однако она сильно варьировала при различных нормах высева. В 2022 году в варианте с рекомендованной технологией сырая и

сухая масса клубеньков на одном растении сои была больше при норме высева 500 тыс. шт./га – 1,63 и 1,01 г соответственно. Тогда как при других нормах высева она была существенно ниже, в среднем: сырая на 0,67 г при НСР₀₅ 0,13 г, сухая на 0,55 г при НСР₀₅ 0,07 г. В варианте с прямым посевом наивысшие показатели массы клубеньков наблюдались при максимальной норме высева (700 тыс. шт./га). В 2023 году в варианте с прямым посевом сои наибольшая сырая и сухая масс клубеньков сохранилась при норме высева 700 тыс. шт./га, в варианте с рекомендованной технологией – при нормах высева 400 и 500 тыс. шт./га. В 2024 году максимальная сырая и воздушно-сухая масса клубеньков в варианте с прямым посевом сои наблюдалась при норме высева 700 тыс. шт./га – 0,43 и 0,22 г на растение соответственно, на других вариантах с более низкими нормами высева она была существенно ниже (сырая в среднем на 0,04 г на растение при НСР₀₅ 0,03 г на растение, воздушно-сухая на 0,05 г на растение при НСР₀₅ 0,02 г на растение). В варианте с рекомендованной технологией максимальная сырая и воздушно-сухая масса клубеньков наблюдалась при норме высева 500 тыс. шт./га – 0,44 и 0,27 г на растение соответственно, что существенно было выше остальных вариантов норм высева, а минимальной она оказалась при норме высева 700 тыс. шт. га – 0,20 и 0,10 г на растение соответственно.

Расчёты массы клубеньков на одном гектаре в 2022 году показали аналогичные результаты по действию изучаемых вариантов на этот показатель, как и в предыдущий срок определения (таблица Д.4). В 2023 году из-за снижения массы клубеньков на одном растении сои снизилась и масса клубеньков на одном гектаре: сырая на 7,5 %, сухая – на 25,5 % (в среднем по опыту). Тем не менее, необходимо отметить, что сырая масса клубеньков в варианте с прямым посевом сохранилась только при норме высева 700 тыс. шт./га, при других нормах она снизилась в среднем на 1 %, сухая же масса при прямом посеве сои снизилась на всех изучаемых нормах высева в среднем на 28 %. В варианте с рекомендованной технологией сохранение и даже небольшое накопление сырой массы клубеньков (20 кг/га или 7,0 %) обеспечила норма высева 500 тыс. шт./га, при других нормах

она снизилась в среднем на 21,5 %. В 2024 году в варианте с прямым посевом сои каждое увеличение нормы высева приводило к существенному увеличению как сырой, так и воздушно-сухой массы клубеньков на одном гектаре. В варианте с рекомендованной технологией, как и в предыдущий срок определения, максимальная масса клубеньков наблюдалась при норме высева 500 тыс. шт./га – 204 кг сырая и 126 кг воздушно-сухая; минимальная при норме 700 тыс. шт./га: 131 кг и 60 кг соответственно. Эта разница была существенна.

К третьему сроку определения (фаза налив семян) в 2022 году сырая масса клубеньков на одном растении сои в среднем по опыту увеличилась на 12 %, а сухая масса снизилась на 25 %; в 2023 году сырая и сухая масса увеличилась в 3 раза, в 2024 году – в 3,7 раз (таблица Д.5). Как в 2022 году, так и в 2023 году наивысшая сырая и сухая масса клубеньков на одном растении сои формировалась в варианте с прямым ее посевом – в 2022 году 1,39 и 0,44 г соответственно, в 2023 году 1,72 и 0,82 г соответственно; тогда как в варианте с рекомендованной технологией – в 2022 году 1,23 и 0,41 г соответственно, в 2023 году 1,58 и 0,72 г соответственно. Разница между этими вариантами была существенной. Однако в 2024 году масса клубеньков была равнозначна на этих вариантах ($F_{\phi} < F_{05}$). Следует отметить, что самая низка сырая и сухая масса клубеньков в 2022 году в среднем по опыту формировалась при норме высева 600 тыс. шт./га – 1,17 и 0,34 г соответственно. На остальных вариантах масса существенно была выше: сырая в среднем на 0,20 г при НСР₀₅ 0,08 г, сухая в среднем на 0,12 г при НСР₀₅ 0,03 г. При этом наблюдалось взаимодействие изучаемых факторов (технологии возделывания и нормы высева) на данный показатель. Так, в варианте с прямым посевом сои наибольшая сырая масса клубеньков на одном растении сои формировалась при норме высева 500 тыс. шт./га – 1,61 г, наименьшая при норме 600 тыс. шт./га – 1,23 г (НСР₀₅ для частных различий составило 0,12 г). В варианте с рекомендованной технологией: наибольшая при нормах 400 и 700 тыс. шт./га, наименьшая – при нормах 500 и 600 тыс. шт./га. В 2023 и 2024 годах не зависимо от технологии возделывания при норме высева 400 тыс. шт./га получен наивысший показатель сырой и воздушно-

сухой массы клубеньков на одном растении сои, наименьшие показатели наблюдались при норме высева 700 тыс. шт./га. Разница между вариантами норм высева была существенной. То есть при уменьшении площади питания одного растения сои улучшается развитие клубеньков на ее корнях, при увеличении площади питания развитие клубеньков ухудшается.

Расчёты массы клубеньков на одном гектаре в 2022 году (таблица Д.6) показали, что рекомендованная технология и прямой посев оказывали равноценное влияние как на сырую, так и на сухую массу клубеньков ($F_{\phi} < F_{05}$). Однако в 2023 и 2024 годах в варианте с прямым посевом сои сырой и сухой массы клубеньков было существенно больше, по сравнению с вариантом рекомендованной технологией. Самая высокая масса клубеньков в 2022 году сформировалась при максимальной норме высева (700 тыс. шт./га) как при прямом посеве, так и при рекомендованной технологией. В 2023 и 2024 годах формирование наибольшей сырой массы обеспечили варианты с нормой высева 600 и 700 тыс. шт./га не зависимо от технологии возделывания; при этом сухая масса клубеньков была существенно выше при норме 600 тыс. шт./га, чем при норме 700 тыс. шт./га. Однако это не привело к существенной прибавке урожая сои на этих вариантах (см. раздел 5.2. Урожайность сои).

В среднем за 2022-2024 гг. к первому срок определения массы клубеньков (начало цветения сои), прямой посев сои и рекомендованная технология оказывали равноценное влияние на сырую массу клубеньков на одном растении сои (таблица 13). Однако сухая масса клубеньков была выше в варианте с прямым ее посевом (0,28 г на растение против 0,25 г на растение при НСР₀₅ 0,01 г на растение). Благодаря большей площади питания одного растения при минимальной норме высева (400 тыс. шт./га) сырая масса клубеньков была самой большой на этом варианте и составила 0,50 г на растение. При норме высева 500 и 700 тыс. шт./га она была ниже (0,45 и 0,46 г на растение соответственно), а при норме 600 тыс. шт./га оказалась самой низкой – 0,39 г на растение [30].

Таблица 13 – Масса клубеньков, фаза начала цветения (в среднем за 2022-2024 гг.), г на растение

Фактор А (технология возделывания)	Фактор В (норма высева, тысяч всхожих семян на 1 га)				Среднее по фактору А
	400	500	600	700	
Прямой посев	$\frac{0,50}{0,28}$ *	$\frac{0,42}{0,28}$	$\frac{0,41}{0,28}$	$\frac{0,47}{0,27}$	$\frac{0,45}{0,28}$
Рекомендованная технология	$\frac{0,50}{0,29}$	$\frac{0,47}{0,28}$	$\frac{0,37}{0,22}$	$\frac{0,44}{0,21}$	$\frac{0,44}{0,28}$
Среднее по фактору В	$\frac{0,50}{0,29}$	$\frac{0,45}{0,28}$	$\frac{0,39}{0,25}$	$\frac{0,46}{0,24}$	$\frac{0,45}{0,27}$
НСР ₀₅ для фактора А = $\frac{F_{\phi < F_{05}}}{0,01}$, НСР ₀₅ для фактора В = $\frac{0,03}{0,02}$, НСР ₀₅ для частных различий = $\frac{0,04}{0,02}$					

*числитель – сырая масса, знаменатель – сухая масса

Сухая масса клубеньков на одном растении сои была равнозначной при нормах 400 и 500 тыс. шт./га, но превышала варианты с нормой 600 и 700 тыс. шт./га (данные между этими двумя вариантами были близкими) [30].

Следует отметить, что сырая масса клубеньков на одном растении сои при прямом ее посеве была самой низкой при нормах высева 500 и 600 тыс. шт./га (0,42 и 0,41 г на растение соответственно), а наибольший вес клубеньков наблюдался при минимальной и максимальной норме высева сои при прямом ее посеве. В то же время сухая масса клубеньков существенно не отличалась по вариантам норм высева сои. При посеве сои по рекомендованной технологии в фазе начала цветения и сырая и сухая масса клубеньков на одном растении была существенно ниже в варианте с нормой высева 600 тыс. шт./га.

В фазу образования бобов в среднем по опыту сырая масса клубеньков на одном растении сои увеличилась с 0,47 г до 0,70 г, а сухая – с 0,27 до 0,34 г. В этот период сырая масса клубеньков была выше при прямом посеве сои, сухая – при рекомендованной технологии (таблица 14). Наилучшие показатели в среднем по двум технологиям наблюдались при норме высева 500 тыс. шт./га. Причем наивысшими они были при такой норме в варианте с рекомендованной

технологией – 0,90 г на растение (сырая масса клубеньков) и 0,56 г на растение (сухая масса клубеньков). Однако увеличение нормы высева при такой технологии до 600 и 700 тыс. шт./га привело к существенному снижению сырой (до 0,61 и 0,38 г на растение соответственно) и сухой массы (до 0,26 и 0,18 г на растение соответственно) [30].

Следует отметить, что в фазу образование бобов при самой высокой норме высева (700 тыс. шт./га) в варианте с рекомендованной технологией сырая и сухая масса клубеньков стала ниже на 0,06 и 0,03 г на растение, по сравнению с предыдущим сроком определения. Однако в варианте с прямым посевом сырая и сухая масса клубеньков на одном растении сои увеличивалась на всех изучаемых вариантах норм высева в среднем на 0,28 г и 0,05 г соответственно. Это говорит о том, что при завышении нормы высева сои симбиотическая активность ухудшается при рекомендованной технологии возделывания.

Таблица 14 – Масса клубеньков, фаза образования бобов (в среднем за 2022-2024 гг.), г на растение

Фактор А (технология возделывания)	Фактор В (норма высева, тысяч всхожих семян на 1 га)				Среднее по фактору А
	400	500	600	700	
Прямой посев	$\frac{0,74}{0,32}$ *	$\frac{0,70}{0,28}$	$\frac{0,69}{0,32}$	$\frac{0,78}{0,39}$	$\frac{0,73}{0,33}$
Рекомендованная технология	$\frac{0,75}{0,40}$	$\frac{0,90}{0,56}$	$\frac{0,61}{0,26}$	$\frac{0,38}{0,18}$	$\frac{0,66}{0,35}$
Среднее по фактору В	$\frac{0,75}{0,36}$	$\frac{0,80}{0,42}$	$\frac{0,65}{0,29}$	$\frac{0,58}{0,29}$	$\frac{0,70}{0,34}$
НСР ₀₅ для фактора А = $\frac{0,03}{0,02}$, НСР ₀₅ для фактора В = $\frac{0,04}{0,02}$, НСР ₀₅ для частных различий = $\frac{0,06}{0,03}$					

*числитель – сырая масса, знаменатель – сухая масса

К третьему срок определения (фаза налив семян) масса клубеньков увеличилась в 2 раза и в среднем по опыту и составила 1,47 г на растение (сырая) и 0,62 г на растение (сухая) (таблица 15). Следует отметить, что в варианте с

рекомендованной технологией наиболее высокая масса клубеньков наблюдалась только при норме 400 тыс. шт./га, дальнейшее увеличение нормы высева приводило лишь к снижению сырой и сухой массы клубеньков на одном растении сои. Однако наилучшими эти показатели были при возделывании сои по технологии прямого сева на всех изучаемых вариантах норм высева и наивысшими они были при нормах высева 400 и 500 тыс. шт./га. При этом, наилучшее развитие клубеньков наблюдалось в варианте 500 тыс. шт./га, так как нарастание сырой массы в этом варианте в период от начала цветения до налива семян было выше всего – 1,23 г на растение, тогда как в варианте с 400 тыс. шт./га оно составило 1,16 г на растение [30].

Таблица 15 – Масса клубеньков, фаза налив семян (в среднем за 2022-2024 гг.), г на растение

Фактор А (технология возделывания)	Фактор В (норма высева, тысяч всхожих семян на 1 га)				Среднее по фактору А
	400	500	600	700	
Прямой посев	$\frac{1,66}{0,70}$ *	$\frac{1,65}{0,67}$	$\frac{1,43}{0,66}$	$\frac{1,34}{0,55}$	$\frac{1,52}{0,64}$
Рекомендованная технология	$\frac{1,60}{0,66}$	$\frac{1,39}{0,53}$	$\frac{1,37}{0,62}$	$\frac{1,27}{0,55}$	$\frac{1,41}{0,59}$
Среднее по фактору В	$\frac{1,63}{0,68}$	$\frac{1,52}{0,59}$	$\frac{1,40}{0,64}$	$\frac{1,31}{0,55}$	$\frac{1,47}{0,62}$
НСР ₀₅ для фактора А = $\frac{0,03}{0,02}$, НСР ₀₅ для фактора В = $\frac{0,04}{0,03}$, НСР ₀₅ для частных различий = $\frac{0,06}{0,04}$					

*числитель – сырая масса, знаменатель – сухая масса

Так как клубеньковые бактерии образуются на корнях бобовых культур, то большое значение имеет формирование корневой системы сои, а корни в свою очередь играют ключевую роль в обеспечении оптимального роста и продуктивности сои.

Наблюдая за развитием всего растения сои в различные фазы (рисунок 25) необходимо отметить, что до начала цветения прямой посев и рекомендованная технология оказывали равноценное влияние на развитие надземной части растения

($F_{\phi} < F_{05}$). Однако корневая система и клубеньки лучше развивались в варианте с прямым посевом сои, так как их масса была существенно выше, по сравнению с вариантом, где проводили обработку почвы: сухая масса корней превышала на 26 кг/га (НСР₀₅ составило 18 кг/га), сухая масса клубеньков превышала на 17 кг/га (НСР₀₅ составило 7 кг/га) [30].

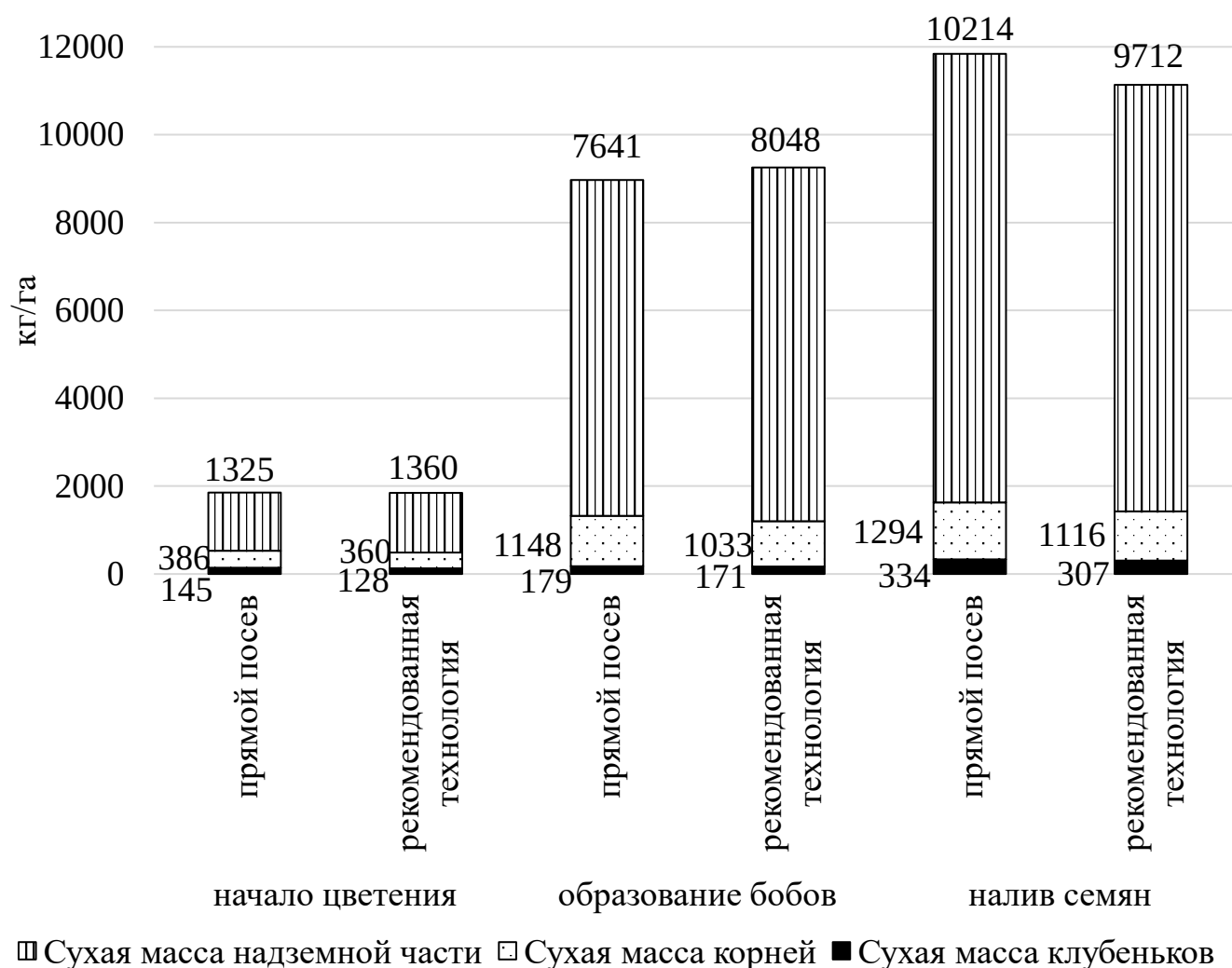


Рисунок 25 – Влияние прямого посева на массу надземной части, корней и клубеньков в различные фазы развития сои (в среднем за 2022-2024 гг.)

Ко второму сроку определения (фаза образования бобов) надземная часть растений сои лучше развивалась при посеве по рекомендованной технологии. Ее сухая масса на 407 кг/га больше, чем по прямому посеву, различия существенные (НСР₀₅ составило 358 кг/га). Корневая система лучше развита была при прямом посеве сои: сухая масса корней на 1 га была больше на 115 кг, по сравнению с

посевом по рекомендованной технологии ($НСР_{05}$ составило 46 кг/га). В развитии клубеньков существенных различий не выявлено ($F_{\phi} < F_{05}$).

В фазе налива семян показатели сухой массы всех частей растений были существенно выше при прямом посеве сои, так как сухая масса надземной части превышала вариант с рекомендованной технологией на 502 кг/га ($НСР_{05}$ составило 282 кг/га), сухая масса корней – на 178 кг/га ($НСР_{05}$ составило 40 кг/га), сухая масса клубеньков – на 27 кг/га ($НСР_{05}$ составило 10 кг/га) [30].

Корреляционный и регрессионный анализы показали взаимосвязь между массой клубеньков на одном растении в разные фазы развития и урожайностью сои (рисунок 26).

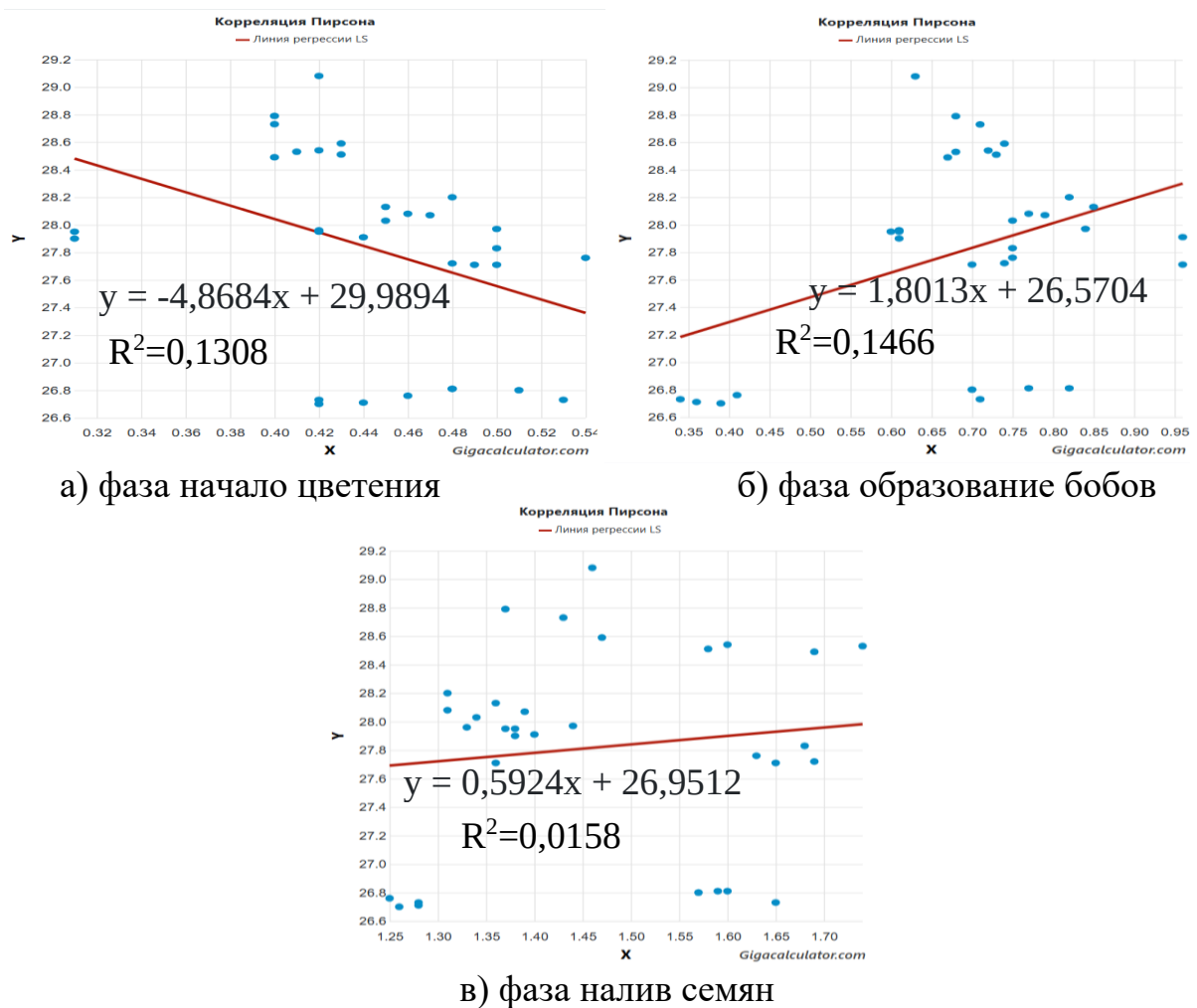


Рисунок 26 – Взаимосвязь между массой клубеньков на одном растении и урожайностью семян сои

В фазу начала цветения наблюдается отрицательная корреляция ($r = -0,36$, зависимость средняя). Р-значение меньше традиционного порога значимости ($p = 0,0207$), что дает основание отказаться от нулевой гипотезы и признать наличие значимой отрицательной корреляции. Отрицательный наклон прямой линии ($- 4,8685$) подтверждает обратную зависимость между массой клубеньков и урожайностью. То есть увеличение массы клубеньков связано с уменьшением урожайности, но зависимость средняя. Коэффициент детерминации $R^2 = 0,1308$, поэтому только 13,08 % изменения урожайности обусловлено колебаниями массы клубеньков, другие факторы оказывают большее влияние.

В фазу образования бобов существует положительная корреляция ($r = +0,38$, зависимость средняя). Соотношение Р-значения ($p = 0,0149$) ниже традиционно принятого порога значимости, что свидетельствует о статистически значимой положительной корреляции. То есть рост массы клубеньков на одном растении сопровождается увеличением урожайности. Однако коэффициент детерминации $R^2 = 0,1466$, поэтому только 14,66 % вариации урожайности сои объясняется вариацией массы клубеньков, оставшиеся 85,34 % вариабельности урожайности обусловлены другими факторами.

В фазу налива семян зависимость слабая ($r = +0,125$), Р-значение ($p = 0,2478$) выше стандартного порога значимости, что подтверждает гипотезу об отсутствии значимой корреляции. Положительный наклон линии ($+0,5925$) подразумевает некоторое увеличение урожайности с ростом массы клубеньков, однако коэффициент детерминации низкий ($R^2 = 0,0158$), что говорит о слабой зависимости между массой клубеньков и урожайностью [30].

Показателем, который характеризует величину и активность симбиотического аппарата бобовых культур, в том числе сои, является общий симбиотический потенциал.

За все годы проведения исследования общий симбиотический потенциал сои был существенно выше в варианте с прямым посевом сои и в среднем за 2022-2024 гг. при такой технологии он составил 31 805 кг×дней/га, тогда как в варианте с

рекомендованной технологией – 29 111 кг×дней/га, что оказалось существенно ниже ($НСП_{05} = 527$ кг×дней/га) (таблица 16).

Что касается нормы высева, то в 2022 году общий симбиотический потенциал был близок при обеих технологиях только при минимальной норме высева (400 тыс. шт./га). С повышением нормы высева до 500 тыс. шт./га общий симбиотический потенциал был существенно выше в варианте с рекомендованной технологией (35 621 кг×дней/га), по сравнению с прямым посевом сои (32 978 кг×дней/га). Разница между этими вариантами существенная ($НСП_{05} = 1\,547$ кг×дней/га). Дальнейшее увеличение нормы высева до 600 и 700 тыс. шт./га оказало положительное влияние на общий симбиотический потенциал в варианте с прямым посевом сои, так как этот показатель оказался существенно выше при такой технологии, по сравнению с технологией, где применяли обработку почвы.

Таблица 16 – Общий симбиотический потенциал за вегетацию сои, кг×дней/га

Норма высева, тыс. шт./га (фактор В)	2022 год	2023 год	2024 год	В среднем за 2022-2024 гг.
Прямой посев (фактор А)				
400	24 927	28 921	20 946	24 931
500	32 978	34 222	23 715	30 355
600	34 726	38 294	26 066	33 028
700	44 613	44 720	27 382	38 905
Средняя по фактору А	34 311	36 539	24 527	31 805
Рекомендованная технология (фактор А)				
400	26 077	27 955	19 974	24 669
500	35 621	32 192	22 570	30 128
600	32 259	33 736	24 429	30 141
700	38 065	34 074	22 379	31 506
Средняя по фактору А	33 006	31 989	22 338	29 111
$НСП_{05}$ для фактора А	1 094	954	523	527
$НСП_{05}$ для фактора В	1 547	1 350	740	745
$НСП_{05}$ для частных различий	2 188	1 909	1 046	1 053

Таким образом, можно отметить, что в первый год исследования использование завышенных нормы высева (600 и 700 тыс. шт./га) оказало лучшее влияние на общий симбиотический потенциал при прямом посеве сои.

В 2023 году только при минимальной норме высева (400 тыс. шт./га) общий симбиотический потенциал находился на одном уровне как при прямом посеве (28 921 кг×дней/га), так и с рекомендованной технологией (27 955 кг×дней/га); разница между этими вариантами была не существенна. Однако повышение нормы высева до 500, 600 и 700 тыс. шт./га положительно сказалось на данном показателе и в варианте с прямым посевом он был существенно выше, чем в варианте с рекомендованной технологией: при 500 тыс. шт./га – на 2 030 кг×дней/га, при 600 тыс. шт./га – на 4 558 кг×дней/га, при 700 тыс. шт./га – на 10 646 кг×дней/га (при НРС₀₅ 1 909 кг×дней/га).

В 2024 году при всех изучаемых нормах высева общий симбиотический потенциал был существенно выше в варианте с прямым посевом сои, по сравнению с вариантом, где почва обрабатывалась. К тому же, если в варианте с прямым посевом каждое увеличение нормы высева на 100 тыс. шт./га (с 500 до 700 тыс. шт./га) привело к существенному увеличению данного показателя, то в варианте с рекомендованной технологией использование самой высокой нормы высева (700 тыс. шт./га) привело к существенному снижению общего симбиотического потенциала, и он был в этом варианте на уровне варианта с нормой высева 500 тыс. шт./га.

В среднем за 2022-2024 гг. при более низких нормах высева общий симбиотический потенциал был равнозначен при обеих технологиях; в варианте с 400 тыс. шт./га он был самым низким и составил 24 931 кг×дней/га (при прямом посеве) и 24 669 кг×дней/га (при рекомендованной технологии), в варианте с 500 тыс. шт./га он стал существенно выше: 30 355 кг×дней/га (при прямом посеве) и 30 128 кг×дней/га (при рекомендованной технологии). При более высоких нормах высева общий симбиотический потенциал в варианте с прямым посевом сои существенно превышал вариант с рекомендованной технологией: на 2 887

кг×дней/га при норме высева 600 тыс. шт./га и на 7 399 кг×дней/га при норме высева 700 тыс. шт./га. Так же можно отметить, что при увеличении нормы высева влияние технологии возделывания на данный показатель усиливается («Влияние прямого посева и нормы высева на развитие симбиотического аппарата сои», 2026).

В целом, наибольший прирост симбиотического потенциала при увеличении нормы высева наблюдается в варианте с прямым посевом сои, особенно в годы с более благоприятными условиями увлажнения (2022 и 2023 год). При этом в засушливых условиях 2024 года при прямом посеве сои поддерживается стабильный и высокий общий симбиотический потенциал сои.

Таким образом, общий симбиотический потенциал сои выше при прямом ее посеве нормой 700 тыс. шт./га, при этом лучшее развитие и нарастание сырой и сухой массы клубеньков на одном растении сои зафиксировано при норме 500 тыс. шт./га. Наибольшее значение по взаимосвязи массы клубеньков на одном растении и урожайности сои имеет фаза образования бобов, тогда как фаза налив семян и фаза созревание семян показывают менее выраженные эффекты [30]. Установленные закономерности формирования фотосинтетического и симбиотического потенциала сои при различных технологиях возделывания и норм высева отражают физиологическую основу продукционного процесса. Вместе с тем их конечная реализация проявляется в элементах структуры урожая, определяющих величину урожайности сои. Это обуславливает необходимость оценки влияния прямого посева и нормы высева на структуру урожая и продуктивность сои.

РАЗДЕЛ 5 ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И НОРМ ВЫСЕВА НА УРОЖАЙНОСТЬ СОИ

5.1. Структура урожая

Для успешной уборки сои комбайном ее растения должны иметь длину стебля от 70 до 90 см, а высоту прикрепления нижних бобов не менее 14-16 см [147].

В наших исследованиях при учете биометрических показателей в 2022 году высота растений сои находилась в пределах 84,1-93,8 см, но существенно различалась по изучаемым вариантам (таблица Е.1). Так, наиболее высокие растения сои (>90 см) сформировались в вариантах с рекомендованной технологией независимо от нормы высева. В вариантах с прямым посевом сои оптимальная высота растений сои сформировалась при нормах высева 400 и 500 тыс. шт./га – 84,1 и 85,0 см соответственно. При повышении нормы до 600 и 700 тыс. шт./га растения сои «вытягивались» до 93,8 см и 92,8 см соответственно.

Аналогичные результаты были получены по высоте прикрепления нижнего боба: более 20 см в вариантах с рекомендованной технологией, менее 20 см – в вариантах с прямым посевом (таблица Е.2).

В 2023 году высота растений сои была ниже в среднем на 11,3 см, чем в 2022 году, и зависела от технологии ее возделывания (таблица Е.1). При прямом посеве высота растений в среднем составила 77,0 см, при рекомендованной технологии – 81,3 см (НСР₀₅ составило 1,6 см). В вариантах с заниженными нормами высева (400 и 500 тыс. шт./га) высота растений сои была ниже независимо от технологии возделывания, в вариантах с завышенными нормами высева (600 и 700 тыс. шт./га) высота растений была выше при рекомендованной технологии возделывания.

Высота прикрепления нижнего боба в 2023 году была на 1 см ниже, по сравнению с 2022 годом, и при прямом посеве сои она составила 16,7 см, а при рекомендованной технологии – 20,5 см (таблица Е.2). Нормы высева так же оказывали существенное влияние на данный показатель. В вариантах с самой

высокой нормой высева (700 тыс. шт./га) высота прикрепления нижнего боба была существенно выше по сравнению с другими вариантами, не зависимо от технологии возделывания сои. При других нормах высева высота прикрепления нижнего боба была существенно выше в варианте с рекомендованной технологией по сравнению с прямым посевом.

В 2024 году высота растений сои в среднем по опыту составила 86,5 см, что на 7,3 см больше, по сравнению с 2023 годом и на 3,9 см меньше, чем в 2022 году (таблица Е.1). Среди изучаемых факторов на высоту растений оказывало существенное влияние технология возделывания сои. Так, при прямом посеве высота составила 83,3 см, а при рекомендованной технологии существенно выше – 89,6 см ($НСР_{05} 4,5$ см). А изучаемые нормы высева оказывали равноценное влияние на высоту стеблестоя сои ($F_{\phi} < F_{05}$).

Высота прикрепления нижнего боба была выше 16 см на всех изучаемых вариантах, которые оказывали равноценное влияние на данный показатель, и в среднем по опыту она составила 21,2 см (таблица Е.2).

В среднем за 3 года высота растений сои находилась в пределах 79,6-90,6 см, что соответствует требованиям для успешной уборки комбайном (таблица 17). Однако более высокие растения сои формировались в варианте с рекомендованной технологией – 87,6 см, тогда как в варианте с прямым посевом высота стеблестоя сои составила 83,1 см (при $НСР_{05} 1,7$ см).

Таблица 17 – Высота растений, см (в среднем за 2022-2024 гг.)

Фактор А (технология возделывания)	Фактор В (норма высева, тысяч всхожих семян на 1 га)				Средняя по фактору А
	400	500	600	700	
Прямой посев	79,6	81,8	85,5	86,1	83,1
Рекомендованная технология	84,2	85,7	89,8	90,6	87,6
Средняя по фактору В	81,9	83,8	87,7	88,4	85,4
НСР ₀₅ для фактора А=1,7 см, НСР ₀₅ для фактора В=2,4 см, НСР ₀₅ для частных различий= $F_{\phi} < F_{05}$					

Изучаемые нормы высева также оказывали существенное влияние на высоту стебля. Так, при норме высева 400 тыс. шт./га растения сои были самыми низкими – 81,9 см, увеличение нормы до 500 тыс. шт./га не привело к существенному увеличению стеблестоя (на этом варианте высота растений составила 83,5 см). Однако применение нормы высева 600 тыс. шт./га существенно отразилось на высоте стебля растения – она выросла до 87,7 см. Использование максимальной нормы высева (700 тыс. шт./га) не привело к дальнейшему росту растений сои, и высота стеблестоя на этом варианте составила 88,4 см, то есть на уровне варианта с нормой 600 тыс. шт./га, так как НСР₀₅ для этого фактора составило 2,4 см.

Высота прикрепления нижнего боба в среднем за 2022-2024 гг. была очень высокой (>18 см), как в среднем по прямому посеву (18,5 см), так и в среднем по рекомендованной технологии (21,4 см). Самой низкой она была в вариантах с нормой высева 400 и 500 тыс. шт./га – 18,2 и 19,3 см, а наиболее высокой в вариантах с нормой высева 600 и 700 тыс. шт./га – 20,5 и 21,8 см соответственно (таблица Е.2) («Влияние прямого посева и нормы высева на структуру урожая сои в Амурской области», 2025).

Не смотря на более высокие растения сои в вариантах с рекомендованной технологией, количество бобов и семян на одном растении сои в 2022 году сформировалось больше в вариантах с прямым посевом (таблица Е.3). Так, среднее количество бобов на одном растении сои составило: 17,6 шт. при прямом посеве и 16,0 шт. при рекомендованной технологии (при НСР₀₅ 1,4 шт.); а среднее количество семян на одном растении сои составило: 36,9 шт. при прямом посеве и 33,3 шт. при рекомендованной технологии (при НСР₀₅ 2,8 шт.). Изучаемые нормы высева так же оказывали существенное влияние на эти показатели. Наибольшее количество бобов на одном растении сформировалось при норме высева 400 тыс. шт./га – 22,0 шт. При увеличении нормы до 500 и 600 тыс. шт./га количество бобов снизилось до 17,4 и 14,8 шт. при НСР₀₅ 1,9 шт. на одном растении. Однако дальнейшее увеличение нормы высева до 700 тыс. шт. на 1 га не привело к существенному снижению количества бобов на одном растении сои, оно составило

13,1 шт. Количество семян на одном растении существенно снижалось с каждым увеличением нормы на 100 тыс. шт./га: при норме высева 400 тыс. шт./га оно составило 46,2 шт., при 500 тыс. шт./га – 36,0 шт., при 600 тыс. шт./га – 31,0 шт., при 700 тыс. шт./га – 27,1 шт. (НСР₀₅ 3,9 шт.). При этом в варианте с прямым посевом данный показатель был выше на 3,6 шт. на одно растение, по сравнению с вариантом с рекомендованной технологией .

В 2023 году изучаемые технологии возделывания оказывали равноценное влияние на формирование количества бобов и семян на одном растении сои и при прямом посеве количество бобов составило 17,9 шт. на растение, а при рекомендованной технологии – 17,2 шт. на растение, а количество семян – 36,1 и 34,4 шт. на растение соответственно (таблица Е.4). Также, как и в предыдущем году, наибольшее количество бобов сформировалось в варианте с самой низкой нормой высева 400 тыс. шт./га. С каждым повышением нормы высева на 100 тыс. шт./га количество бобов на одном растении существенно снижалось, не зависимо от технологии возделывания сои. Наибольшее количество семян на одном растении сформировалось в варианте с нормой высева 400 тыс. шт./га при обеих технологиях возделывания. Увеличение нормы до 500 и 600 тыс. шт./га привело к существенному снижению количества семян на одном растении (не зависимо от технологии возделывания сои). А вот увеличение нормы с 600 до 700 тыс. шт./га не привело к существенному снижению данного показателя, как при прямом посеве, так и при рекомендованной технологии.

В 2024 году в среднем по опыту количество бобов на одном растении сои составило 13,3 шт., что на 4,3 шт. меньше, чем в 2023 году и на 3,2 шт. меньше, чем в 2022 году; количество семян на одном растении составило 27,3 шт., что на 8 шт. меньше, чем в 2023 году, но на 2,3 шт. больше, чем в 2022 году (таблица Е.5). Изучаемые технологии возделывания оказывали равноценное влияние на эти элементы структуры урожая сои. Однако, наибольшее количество бобов (16,4 шт.) и семян (34,3 шт.) на одном растении сои формировалось при норме высева 400 тыс. шт./га. Увеличение нормы до 500 тыс. шт./га привело к существенному

снижению количества бобов на одном растении, но не количества семян. А вот дальнейшее увеличение нормы высева (до 600 и 700 тыс. шт./га) оказывало существенное влияние на снижение количества бобов и семян на одном растении сои, по отношению к самой низкой норме высева (400 тыс. шт./га), однако между самими этими вариантами (500, 600 и 700 тыс. шт./га) существенной разницы не наблюдалось.

В среднем за 3 года изучаемые технологии возделывания сои оказывали равноценное влияние на количество бобов на одном растении сои (таблица 18). Так, в варианте с прямым посевом оно составило 16,3 шт., а в варианте с рекомендованной технологией – 15,4 шт. Однако, при прямом посеве существенно увеличивалось количество семян (на 2,1 шт. при НСР₀₅ 1,6 шт.) на одном растении сои, по сравнению с рекомендованной технологией.

Таблица 18 – Количество бобов и семян на растениях сои в зависимости технологии возделывания и норм высева (среднее за 2022-2024 гг.)

Норма высева, тыс. шт./га (фактор В)	Количество бобов, шт. на одно растение	Количество семян, шт. на одно растение
Прямой посев (фактор А)		
400	21,1	43,2
500	16,9	35,1
600	14,5	30,2
700	12,7	25,6
Средняя по фактору А	16,3	33,6
Рекомендованная технология (фактор А)		
400	19,7	40,1
500	16,5	33,7
600	13,9	28,6
700	11,6	23,6
Средняя по фактору А	15,4	31,5
НСР ₀₅ для фактора А	$F_{\phi} < F_{05}$	1,6
НСР ₀₅ для фактора В	1,2	2,3
НСР ₀₅ для частных различий	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$

Максимальное количество бобов и семян формировалось в варианте с нормой высева 400 тыс. шт./га, дальнейшее увеличение нормы на каждые 100 тыс. шт./га приводило к снижению этих показателей и минимальным оно было в варианте с 700 тыс. шт./га – 12,2 шт. на одно растение бобов и 24,6 шт. на одно растение семян [29].

Масса 1000 семян сои в значительной степени обуславливает высокие технологические качества зерна сои – зерно со средней крупностью меньше растрескивается и повреждается при комбайновой уборке, очистке и калибровке [147].

Сорт сои Дебют по своим характеристикам имеет массу 1000 семян 183 г. В наших исследованиях наиболее приближенные значения были получены в 2022 году в вариантах с прямым посевом сои – 182 г (таблица 19). В вариантах с рекомендованной технологией масса 1000 семян была выше в среднем на 10 г и составила 192 г.

Таблица 19 – Масса 1000 семян сои в зависимости от технологии возделывания и норм высева, г

Норма высева, тыс. шт./га (фактор В)	2022 год	2023 год	2024 год	В среднем за 2022-2024 гг.
Прямой посев (фактор А)				
400	184	155	177	172
500	183	154	175	171
600	181	152	174	169
700	180	150	172	167
Средняя по фактору А	182	153	175	170
Рекомендованная технология (фактор А)				
400	194	159	180	178
500	193	157	178	176
600	192	156	176	175
700	190	154	174	172
Средняя по фактору А	192	156	177	175
НСР ₀₅ для фактора А	0,8	0,7	0,5	0,4
НСР ₀₅ для фактора В	1,2	1,0	0,7	0,6
НСР ₀₅ для частных различий	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$

Наиболее крупные семена формировались при нормах высева 400, 500 и 600 тыс. шт./га – 189, 188 и 187 г соответственно, наиболее мелкие семена формировались при норме высева 700 тыс. шт./га – 185 г ($НСР_{05}$ для этого фактора составила 1,2 г).

В 2023 году в среднем по опыту масса 1000 семян сои составила 155 г, что на 32 г было меньше, по сравнению с 2022 годом. Так же, как и в предыдущий год, более крупные семена сои формировались в варианте с рекомендованной технологией. При этом, среди изучаемых норм высева, наиболее крупные семена сои были в варианте с 400 тыс. шт./га. Дальнейшее увеличение нормы высева приводило к снижению массы семян, независимо от технологии возделывания сои.

В 2024 году масса 1000 семян сои составила в среднем по опыту 176 г, что на 21 г было больше, чем в 2023 году, но на 9 г меньше, чем в 2022 году. По-прежнему наиболее крупные семена формировались в варианте с рекомендованной технологией. А среди изучаемых норм высева наиболее оптимальный вариант, при котором масса 1000 семян составляла 179 г, оказался 400 тыс. шт./га, так как с увеличением нормы высева масса только снижалась.

В среднем за 3 года масса 1000 семян при технологии возделывания сои с прямым ее посевом составила 170 г, что на 5 г было меньше, по сравнению с рекомендованной технологией, при которой проводили обработку почвы (на этом варианте масса 1000 семян составила 175 г при $НСР_{05}$ 0,4 г). При этом, независимо от технологии возделывания сои, наиболее крупные семена формировались при норме высева 400 тыс. шт./га – 175 г. Дальнейшее увеличение нормы высева приводило к существенному снижению этого показателя и в варианте с 500 тыс. шт./га она составила 174 г, с 600 тыс. шт./га – 172 г, с 700 тыс. шт./га – 170 г ($НСР_{05}$ = 0,6 г.) [29].

Одним из основных элементов структуры урожая является продуктивность одного растения (масса семян с одного растения). В зависимости от нее и густоты стояния растения и формируется урожайность. В наших исследованиях в 2022 году масса семян с одного растения в среднем составила 6,6 г. Более высокой она была

в варианте прямым посевом сои – 6,7 г, более низкой в варианте с рекомендованной технологией – 6,4 г, не зависимо от нормы высева (таблица 20). В свою очередь норма высева также оказывала существенное влияние на продуктивность одного растения. Так, в варианте с самой низкой нормой высева 400 тыс. шт./га масса семян с одного растения была самой высокой – 8,7 г, а с увеличением нормы высева она снижалась, и в варианте с 500 тыс. шт./га составила 6,8 г, в варианте с 600 тыс. шт./га – 5,8 г., в варианте с 700 тыс. шт./га – 5,0 г (при НСР₀₅ 0,2 г).

Таблица 20 – Продуктивность одного растения сои в зависимости от технологии возделывания и норм высева, г

Норма высева, тыс. шт./га (фактор В)	2022 год	2023 год	2024 год	В среднем за 2022-2024 гг.
Прямой посев (фактор А)				
400	8,9	7,0	6,4	7,4
500	6,9	5,9	5,2	6,0
600	5,8	5,0	4,4	5,1
700	5,3	4,1	3,6	4,3
Средняя по фактору А	6,7	5,5	4,9	5,7
Рекомендованная технология (фактор А)				
400	8,5	6,9	6,0	7,1
500	6,6	5,8	5,2	5,9
600	5,7	4,9	4,4	5,0
700	4,7	4,0	3,5	4,1
Средняя по фактору А	6,4	5,4	4,8	5,5
НСР ₀₅ для фактора А	0,1	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	0,1
НСР ₀₅ для фактора В	0,2	0,2	0,2	0,2
НСР ₀₅ для частных различий	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$

В 2023 году масса семян с одного растения в среднем по опыту была ниже, по сравнению с предыдущим годом на 1,1 г, и составила в варианте с прямым посевом 5,5 г, а в варианте с рекомендованной технологией 5,4 г ($F_{\phi} < F_{05}$). Нормы высева оказывали такое же, как и в 2022 году, влияние на данный показатель.

В 2024 году продуктивность одного растения сои за все годы исследования была самой низкой и в среднем по опыту составила 4,9 г, что на 0,6 г было меньше, чем в 2023 году и на 1,7 г меньше, чем в 2022 году. Изучаемые технологии

возделывания оказывали равноценное влияние на этот элемент структуры урожайности сои. Так же, как и в прошлые годы, в варианте с нормой высева 400 тыс. шт./га растения сои были наиболее продуктивные – масса семян с одного растения составила 6,2 г, тогда как с увеличением нормы до 500, 600 и 700 тыс. шт./га привело к существенному снижению продуктивности, и она составила 5,2, 4,4 и 3,6 г соответственно (при НСР₀₅ 0,2 г).

В среднем за 3 года продуктивность одного растения сои (масса семян с одного растения) была существенно выше в варианте с прямым посевом сои и составила 5,7 г, тогда как в варианте с применением рекомендованной технологией она составила 5,5 г (при НСР₀₅ 0,1 г). Максимальная масса семян с одного растения сои формировалась в варианте с минимальной нормой высева (400 тыс. шт./га) – 7,3 г. С увеличением нормы высева продуктивность одного растения существенно снижалась и стала минимальной в варианте с 700 тыс. шт./га – 4,2 г [29].

Таким образом, не смотря на более высокие растения сои и массу 1000 семян в варианте с рекомендованной технологией, наибольшее количество бобов и семян формировалось в варианте с прямым посевом, что обеспечило более высокую продуктивность одного растения сои при такой технологии возделывания.

5.2. Урожайность сои

Урожайность сои в 2022 году в среднем по опыту составила 3,22 т/га (таблица 21). Между прямым посевом и посевом по рекомендованной технологией существенных различий по урожайности нет. Так, при прямом севе она составила 3,22 т/га, а с рекомендованной технологией – 3,23 т/га ($F_{\phi} < F_{05}$).

Однако существенное влияние на урожайность сои оказывала норма высева: в варианте с 400 тыс. всхожих семян на 1 га она составила 3,19 т/га, что существенно ниже (в среднем на 0,04 т/га при НСР₀₅ 0,01 т/га), по сравнению с другими вариантами. Так же следует отметить, что увеличение нормы высева на 100 и 200 тыс. шт./га привело к существенной прибавки урожая на 0,02 т/га и 0,06 т/га соответственно. При этом, увеличение нормы высева до 700 тыс./га не

привело к получению максимальной урожайности. На этом варианте она составила 3,24 т/га, что на 0,02 т/га ниже варианта с нормой высева в 600 тыс./га.

Таблица 21 – Урожайность сои в зависимости от технологии возделывания и норм высева, т/га

Норма высева, тыс. шт./га (фактор В)	2022 год	2023 год	2024 год	В среднем за 2022-2024 гг.
Прямой посев (фактор А)				
400	3,17	2,75	2,41	2,78
500	3,20	2,86	2,50	2,85
600	3,24	2,89	2,52	2,88
700	3,28	2,75	2,40	2,81
Средняя по фактору А	3,22	2,81	2,46	2,83
Рекомендованная технология (фактор А)				
400	3,21	2,58	2,25	2,68
500	3,23	2,77	2,38	2,79
600	3,28	2,71	2,40	2,79
700	3,19	2,61	2,23	2,67
Средняя по фактору А	3,23	2,67	2,31	2,73
НСР ₀₅ для фактора А	$F_{\phi} < F_{05}$	0,04	0,02	0,02
НСР ₀₅ для фактора В	0,01	0,06	0,03	0,03
НСР ₀₅ для частных различий	0,01	0,08	$F_{\phi} < F_{05}$	0,04

Существенно превышает среднюю по опыту урожайность в вариантах с нормой высева 600 тысяч всхожих семян на 1 га. При этой норме высева урожайность сои в варианте с рекомендованной технологией больше, чем при прямом посеве. Однако дальнейшее увеличение нормы высева (до 700 тыс. шт./га) привело к получению наибольшего урожая сои именно на варианте с прямым посевом – 3,28 т/га.

Множественный регрессионный анализ факторов формирования урожайности сои в 2022 году показал, что в условиях умеренной влагообеспеченности (392 мм осадков за вегетацию) ни один из изученных показателей (фотосинтетический потенциал, сухая масса клубеньков на одном растении, коэффициент водопотребления) не выступал статистически значимым лимитирующим фактором (таблица 22). Построенная модель оказалась

недостовойной ($F = 0,93$, $p = 0,503$) и объясняла лишь 41,1% вариации урожайности ($R^2 = 0,411$).

Таблица 22 – Параметры множественной регрессии зависимости урожайности сои от фотосинтетического потенциала в период образование бобов – налив семян, массы клубеньков в фазу образования бобов и коэффициента водопотребления, 2022-2024 гг.

Показатель	2022 год	2023 год	2024 год
Коэффициент детерминации R^2	0,411	0,911	0,954
F -значение	0,93	13,69	27,90
p -значение	0,503	0,014	0,0038
Коэффициент регрессии:			
фотосинтетический потенциал, фаза образование бобов-налив семян	0,0009 ($p=0,193$)	0,0008 ($p=0,081$)	-0,0002 ($p=0,757$)
сухая масса клубеньков на 1 растении сои, фаза образование бобов	0,07 ($p=0,412$)	0,123 ($p=0,593$)	-0,0151 ($p=0,578$)
коэффициент водопотребления	0,0001 ($p=0,807$)	-0,0008 ($p=0,137$)	-0,00155 ($p=0,037$)

В 2023 году урожайность сои в среднем по опыту составила 2,74 т/га (таблица 21). При помощи дисперсионного анализа выявлено, что в среднем по опыту прямой посев в 2023 году существенно превышает по урожайности рекомендованную технологии. Среди изучаемых норм высева сои наибольшая урожайность получена в вариантах с 500 и 600 тысяч всхожих семян на 1 га, что существенно превышает среднюю по опыту урожайность. Наименьшая урожайность получена в вариантах с нормой высева 400 и 700 тысяч всхожих семян на 1 га, что существенно меньше средней по опыту урожайности. Наибольшая урожайность по опыту получена в варианте с прямым посевом при норме высева 600 тысяч всхожих семян на 1 га. При этой норме высева урожайность больше, чем в варианте с рекомендованной технологией на 0,06 т/га.

В переувлажненном к концу вегетации 2023 году (в августе и сентябре на 118 мм выше среднемноголетних данных) множественный регрессионный анализ выявил статистически достоверную взаимосвязь между урожайностью и

изучаемыми факторами ($F = 13,69$, $p = 0,014$), а построенная модель объяснила 91,1 % вариации урожайности ($R^2 = 0,911$) (таблица 22). Ведущую роль в формировании урожая сыграл фотосинтетический потенциал в период налива семян (коэффициент регрессии составил 0,0009, $p = 0,08$). Коэффициент водопотребления показал отрицательный коэффициент регрессии, что подтверждает выводы о том, что в 2023 году преимущество технологии прямого посева в виде более низкого коэффициента водопотребления (1527 против 1595 м³/т при рекомендованной технологии) стало одним из факторов, обеспечивающих прибавку урожая. Влияние массы клубеньков оказалось статистически недостоверным ($p = 0,593$).

Урожайность сои в 2024 году была наименьшей за все 3 года исследований и в среднем по опыту составила 2,38 т/га (таблица 21). Так же, как и в прошлом 2023 году прямой посев сои существенно оказывал влияние на ее урожай, который был выше на 0,14 т/га, по сравнению с рекомендованной технологией (при НСР₀₅ 0,02 т/га) не зависимо от нормы высева. Наименьшая урожайность сои наблюдалась при самой низкой норме высева (400 тыс. шт./га) – 2,33 т/га и при самой высокой (700 тыс. шт./га) – 2,31 т/га. Существенную прибавку урожая обеспечил посев сои нормой 500 тыс. шт./га (на 0,11 т/га) и 600 тыс. шт./га (на 0,13 т/га); НСР₀₅ для этого фактора составила 0,03 т/га.

В засушливом 2024 году (282 мм осадков за вегетацию) множественный регрессионный анализ оказался высоко статистически достоверный ($F = 27,90$, $p = 0,0038$), а построенная модель объясняла 95,4 % вариации урожайности ($R^2 = 0,954$) (таблица 22). Ведущую роль в формировании урожая сыграл коэффициент водопотребления, который получил достоверный отрицательный коэффициент регрессии ($-0,00155$, $p = 0,037$). Это говорит о том, что в условиях недостатка влаги преимущество на стороне прямого посева, так как при такой технологии при наименьшем коэффициенте водопотребления (1279 м³/т) получена достоверная прибавка урожая (+0,15 т/га) по отношению к рекомендованной технологии, при которой было затрачено больше влаги на единицу продукции (1408 м³/т). А вот фотосинтетический потенциал утратил свою значимость ($p = 0,757$), то есть в

условиях дефицита влаги фотосинтетический потенциал перестал быть гарантом высокой продуктивности сои. Масса клубеньков так же не оказала статистически значимого влияния на урожайность ($p = 0,578$).

Урожайность сои в среднем за 2022-2024 гг. составила 2,83 т/га в варианте с прямым посевом и 2,74 т/га – в варианте с рекомендованной технологией (таблица 21). Наиболее низкая урожайность получена в варианте с минимальной нормой высева (400 тыс. шт./га) – 2,73 т/га; наиболее высокая – в вариантах с 500 и 600 тыс. шт./га (2,82 и 2,84 т/га соответственно). Увеличение нормы высева до 700 тыс. шт./га не привело к дальнейшему росту урожая сои, в этом варианте он был на уровне 2,74 т/га.

Таким образом, наиболее оптимальным вариантом для получения высокого урожая сои является прямой посев ее нормой 500 или 600 тыс. шт./га. Однако для принятия обоснованного технологического решения необходимо учитывать не только биологическую продуктивность, но и экономическую целесообразность каждой технологии с учетом затрат на семена, обработку почвы и уборку. Это обуславливает необходимость оценки экономической эффективности возделывания сои при прямом посеве и рекомендованной технологии.

ГЛАВА 6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И НОРМ ВЫСЕВА СОИ

6.1 Экономическая эффективность возделывания сои в опыте

В 2022 году существенной разницы по урожайности сои в зависимости от технологии ее возделывания не наблюдалось (технологическая карта возделывания сои в 2022 году по вариантам опыта представлена в таблицах Ж.1-Ж.8), поэтому стоимость валовой продукции в среднем составила: 96780 руб./га в варианте с рекомендованной технологией и 96600 руб./га при прямом посеве (таблица Ж.25). Однако из-за больших затрат в варианте с рекомендованной технологией возделывания сои (с обработкой почвы) прибыль составила 52380 руб./га, тогда как в варианте с прямым посевом сои (благодаря сокращению затрат на производство) прибыль была больше на 5013 руб./га и составила 57393 руб./га. При прямом посеве сои сокращаются затраты на обработку почвы (на 14-15 %), но увеличиваются на химическую обработку посева (на 8-10 %). Благодаря этому уровень рентабельности производства сои в этом варианте составил 146 %, что на 28 % больше, по сравнению с рекомендованной технологией. Среди изучаемых норм высева по экономической эффективности лучше всего использовать 400 и 500 тыс. шт./га, так как в этих вариантах получены наибольшая прибыль и уровень рентабельности. Если сравнивать изучаемые нормы высева при разных технологиях, то дополнительная прибыль с каждого гектара при технологии прямого посева сои в варианте с 400 тыс. шт./га составила 3956 руб. (или 18 %), в варианте с 500 тыс. шт./га – 4250 (или 18 %), в варианте с 600 тыс. шт./га – 3839 руб. (или 17 %) в варианте с 700 тыс. шт./га – 7976 руб. (или 23 %).

В 2023 году благодаря получению более высокого урожая сои в варианте с прямым ее посевом была получена стоимость валовой продукции в размере 98315 руб./га, что на 5040 руб./га больше, по сравнению с рекомендованной технологией возделывания (таблица Ж.26). Благодаря этому, а также тому, что при прямом посеве снижаются затраты на производство (технологическая карта

возделывания сои в 2023 году по вариантам опыта представлена в таблицах Ж.9-Ж.16), в варианте с прямым посевом сои была получена стоимость валовой продукции на 10301 руб./га больше, по сравнению с рекомендованной технологией возделывания (с обработкой почвы). Следует отметить, что эта прибыль была в два раза больше 2022 года, то есть экономическая эффективность прямого посева сои в 2023 года была выше, по сравнению с 2022 годом. Наиболее экономически эффективным вариантом среди изучаемых норм высева был 500 тыс. шт./га при обеих технологиях. Так, в варианте с рекомендованной технологией с такой нормой высева уровень рентабельности составил 113,0 %, а прибыль – 18584 руб./т, тогда как на других вариантах уровень рентабельности был ниже в среднем на 13,3 %, а прибыль – на 1141 руб./т. В варианте с прямым посевом сои при норме 500 тыс. шт./га получен наиболее высокий уровень рентабельности – 150 %, а прибыль – 20974 руб./т.

В 2024 году из-за низкой урожайности сои стоимость валовой продукции в среднем была ниже на 12 765 руб./га, чем в 2022 и 2023 годах и в варианте с прямым посевом она составила 85 995 руб./га, что на 5 000 руб./га было больше, по сравнению с вариантом, где почва обрабатывалась (таблица Ж.27). Поэтому, практически при тех же затратах, как и предыдущие годы, прибыль составила 33 775 руб./га при рекомендованной технологии и 45 146 руб./га при прямом посеве сои, что было в 1,5 раза меньше, чем в 2022 году, отчего себестоимость 1 тонны продукции увеличилась в среднем по опыту на 5 558 руб. в сравнении с 2022 годом и на 2641 руб. в сравнении с 2023 годом. При этом, наименьшей она была в варианте с прямым посевом при низких нормах высева (500 и 600 тыс. шт./га). Следует отметить, что в варианте с применением рекомендованной технологии возделывания сои (с обработкой почвы) уровень рентабельности производства продукции не превышал 80 %, тогда как в варианте без применения обработки почвы (с прямым посевом сои) на всех вариантах различных норм высева, кроме самой высокой, уровень рентабельности был выше 100 %. То есть, в засушливом 2024 году расчеты экономической эффективности показали, что наибольшую

прибыль и уровень рентабельности обеспечивает посев сои заниженными нормами высева (400 и 500 тыс. шт./га). Технологическая карта возделывания сои в 2024 году по вариантам опыта представлена в таблицах Ж.17-Ж.24.

При возделывании сои по технологии прямого посева затраты по группам работ отличаются от посева по рекомендованной технологии (таблица 23). Так, за счет исключения обработки почвы при прямом посеве сокращаются затраты на топливо (на 1974 руб. или 45,7 %), а также ремонт и обслуживание (на 2000 руб. или 28,1 %), однако увеличиваются затраты на удобрение и химическую защиту посевов (на 970 руб. или 10,7 %).

Таблица 23 – Соотношение затрат на производство сои в зависимости от технологии возделывания (в среднем за 2022-2024 гг.)

Статья затрат	Вариант			
	Прямой посев		Рекомендованная технология	
	руб.	%	руб.	%
Семена	4929	12,2	4929	10,7
Удобрения и средства защиты растений	10007	24,7	9037	19,7
Топливо	2349	5,8	4323	9,4
Оплата труда с отчислениями	1691	4,2	1915	4,2
Ремонт и обслуживание	5118	12,7	7124	15,5
Амортизация	6031	15,0	6976	15,2
Прочее	392	1,0	446	1,0
Общепроизводственные затраты	9765	24,2	11120	24,2
Итого:	40282	100,0	45870	100,0

Использование технологии прямого посева сои показывает значительные преимущества по экономическим показателям, по сравнению с рекомендованной технологией возделывания (таблица 24). Так, в варианте с прямым посевом средняя стоимость валовой продукции составила 94306 руб./га, что на 3148 руб./га больше, по сравнению с рекомендованной технологией. Это подтверждает, что прямой посев не только способствует получению большего дохода, но также улучшает финансовые результаты в целом. Сокращение затрат на производство сои при

использовании системы без обработки почвы (прямой посев) на 5587 руб./га так же является важным фактором. Это приводит к увеличению прибыли на 8733 руб./га.

Таблица 24 – Экономическая эффективность возделывания сои

(в среднем за 2022-2024 гг.)

Норма высева, тыс. шт./га (фактор В)	Стоимость валовой продукции, руб./га	Общие затраты, руб./га	Прибыль, руб./га	Себестоимость, руб./тонн	Уровень рентабель- ности, %
Прямой посев (фактор А)					
400	92 522	38 134	54 388	13 937	143,0
500	95 056	39 617	55 439	14 056	141,0
600	95 989	41 015	54 974	14 415	134,0
700	93 656	42 363	51 292	15 358	121,0
Рекомендованная технология (фактор А)					
400	89 300	43 676	45 624	16 719	104,0
500	93 100	45 243	47 857	16 499	106,0
600	93 144	46 621	46 523	17 017	100,0
700	89 089	47 935	41 254	18 389	86,0

Себестоимость продукции, составившая 14442 руб. за одну тонну, также демонстрирует преимущества этой системы: она ниже, чем при рекомендованной технологии, где себестоимость возрастает на 2714 руб. за одну тонну. Это говорит о том, что прямой посев может помочь не только в снижении затрат, но и в оптимизации производственных процессов, что особенно важно в условиях современного аграрного рынка.

Среди изучаемых норм высева сои наибольшую экономическую эффективность показала норма 500 тыс. семян на гектар при рекомендованной технологии. При этой норме была достигнута максимальная прибыль – 47857 руб./га, а также минимальная себестоимость продукции, которая составила 16499 руб./га. При технологии прямого посева также была получена наибольшая прибыль при норме высева 500 тыс. семян на гектар – 55439 руб./га. Однако минимальная себестоимость продукции была зафиксирована при норме высева 400 тыс. семян на гектар – 13937 руб./тонну. Следует отметить, что в варианте с

прямым посевом сои при повышении нормы высева с 400 до 500 тыс. шт./га себестоимость 1 т увеличилась на 119 руб. (или 1 %), с 500 до 600 тыс. шт./га – на 359 руб. (или 2,5 %), с 600 до 700 тыс. шт./га – на 943 руб. (или 6,5 %). В варианте с рекомендованной технологией повышение нормы высева сои с 400 до 500 тыс. шт./га привело к снижению себестоимости 1 т продукции на 220 руб. (или 1,3 %), однако повышение нормы высева с 500 до 600 тыс. шт./га привело к увеличению себестоимости на 518 руб./тонну (или 3,1 %), с 600 до 700 тыс. шт./га – на 1372 руб./тонну (или 8,1 %).

Если сравнивать изучаемые нормы высева при разных технологиях возделывания, то дополнительная прибыль с каждого гектара при технологии прямого посева сои в сравнении с рекомендованной технологией в варианте с 400 тыс. шт./га составила 8764 руб. (или 29,0 %), в варианте с 500 тыс. шт./га – 7582 руб. (или 26,0 %), в варианте с 600 тыс. шт./га – 8451 руб. (или 27,0 %) в варианте с 700 тыс. шт./га – 10138 руб. (или 31,0 %).

В целом, возделывание сои по технологии прямого посева более экономически эффективно (не зависимо от нормы высева), так как по всем изучаемым вариантам уровень рентабельности производства сои по такой технологии в среднем составил 134 %, тогда как в вариантах с рекомендуемой технологией – 99 %. Рентабельность соевого производства зависит не только от технологии возделывания, но и от нормы высева. При прямом посеве наивысший уровень рентабельности получен с нормой высева 400 тыс. семян на гектар. Это связано с тем, что при низких затратах на семена и других ресурсах, несмотря на относительно низкую урожайность, общие затраты на производство были значительно меньше, что положительно сказалось на финансовых показателях. Увеличение нормы высева до 500 тыс. семян на гектар при обеих технологиях привело к росту урожайности, однако уровень рентабельности остался на прежнем уровне. Это может указывать на то, что дополнительные расходы на семена не были полностью оправданы в плане увеличения дохода. Снижение уровня рентабельности при использовании нормы высева 600 тыс. семян на гектар (не

зависимо от технологии возделывания) свидетельствует о том, что дальнейшее увеличение густоты посева приводит к ухудшению экономической эффективности. При максимальной норме высева (700 тыс. семян на гектар) и урожайность и уровень рентабельности производства резко уменьшились, и были получены низкие показатели экономической эффективности: при прямом посеве уровень рентабельности составил 121 %, при рекомендованной технологии – 86 % [182].

Таким образом, возделывание сои с заниженными нормами высева 400 и 500 тыс. шт./га оказывается более экономически эффективным при технологии прямого посева (без обработки почвы), поскольку позволяет минимизировать затраты на семена и одновременно достигать высоких показателей урожайности. Увеличение нормы высева до 600 и 700 тыс. шт./га приводит к дополнительным затратам на семена, которые не компенсируются приростом урожая.

Обобщая результаты по всем изучаемым показателям, можно заключить, что оптимальной нормой высева при прямом посеве, обеспечивающей лучшее фитосанитарное состояние по сорным растениям, высокую физиологическую продуктивность, структуру урожая и экономическую рентабельность, является 500 тыс. шт./га.

6.2 Экономическая эффективность внедрённой в хозяйстве технологии возделывания сои

Производственную проверку лучших вариантов возделывания сои проводили в 2025 году в хозяйстве Амурской области.

В условиях ГКФХ «Сердюков А.Н.» в 2025 г. был проведен прямой посев сои по стерне кукурузы (сорт сои Дебют, площадь посева 400 га), в сравнении с рекомендованной технологией возделывания сои (сорт сои Дебют, площадь посева 200 га). Посев сои проводился с 19 по 25 мая сеялкой точного высева NBP с междурядьем 45 см, двухдисковый сошник, норма высева 500 тыс. семян на га. На варианте рекомендованной технологии проводили двукратное весеннее дискование: Lemken Rubin 12 на глубину 16-18 см и Lemken Rubin 9 на глубину 6-8 см. На варианте прямого посева проводилась довсходовая обработка гербицидом

сплошного действия Глибест 540, ВР (глифосат калийная соль, 540 г/л) в дозе 2 л/га, в дальнейшем технология возделывания сои не имела отличий. В результате установлено, что применение прямого посева при норме высева 500 тыс. шт. семян сои по стерне кукурузы на площади 400 га в 2025 году оказало равноценное влияние на урожайность в сравнении с рекомендованной в хозяйстве технологией (при такой же норме высева). Урожайность сои сорт Дебют составила 2,5 т/га на обоих вариантах (таблица 25).

Таблица 25 – Экономическая эффективность возделывания сои в ГКФХ «Сердюков А.Н.», 2025 год (сорт Дебют, норма высева 500 тыс. шт./га)

Показатели	Рекомендованная технология	Прямой посев
Цена реализации, руб./т	25 000	25 000
Урожайность, т/га	2,5	2,5
Стоимость валовой продукции, руб./га	62 500	62 500
Общие затраты, руб./га	46 589	40 201
Прибыль, руб./га	15 911	22 299
Себестоимость, руб./т	19 534	16 080
Прибыль, руб./т	5 466	8 920
Уровень рентабельности, %	28,0	55,0

В условиях резкого снижения цены реализации готовой продукции, дополнительная прибыль при прямом посеве составила 6388 руб./га, себестоимость 1 тонны семян сои снизилась на 3454 рублей или 13,8%, уровень рентабельности, несмотря на общее снижение относительно прошлых лет, при прямом посеве сохранил приемлемый уровень – 55%, и на 27% превысил уровень рентабельности рекомендованной технологии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В типичные годы по агроклиматическим данным для Амурской области прямой посев сои и рекомендованная технология оказывают равноценное влияние на строение лугово-черноземовидной почвы, накопление и сохранение влаги в 0-50 см слое.

В переувлажненные годы при прямом посеве создаются более благоприятные агрофизические показатели плодородия 0-50 см слоя почвы в сравнении с рекомендованной технологией: плотность почвы снижается на $0,04 \text{ г/см}^3$, общая пористость увеличивается на 1,6 абсолютных процента, содержание воздуха в почве увеличивается на 2,6 абсолютных процента, а капиллярная влагоемкость увеличивается на 4,6 абсолютных процента. В таких условиях растения сои более эффективно используют почвенную влагу на создание единицы продукции (коэффициент водопотребления меньше на $68 \text{ м}^3/\text{т}$ в сравнении с рекомендованной технологией).

В засушливых условиях при равнозначных значениях плотности и общей пористости 0-50 см слоя за счет накопления растительных остатков от предшествующей кукурузы при прямом посеве к третьему году исследований ($10,2 \text{ т/га}$ против $1,25 \text{ т/га}$ при рекомендованной технологии) создаются более благоприятные условия для сохранения и накопления влаги (запасы доступной влаги увеличиваются на $13,4 \text{ мм}$ в сравнении с рекомендованной технологией).

Технология прямого посева способствует снижению эмиссии CO_2 по сравнению с рекомендованной технологией на $0,15 \text{ г С м}^{-2} \text{ сут}^{-1}$ и значительно сдерживает пиковые значения дыхания почвы в летние месяцы, а следовательно, ограничивает минерализацию органического вещества в почве.

При прямом посеве за счет отсутствия механического перемещения семян сорняков и формирования физического барьера благодаря поверхностному слою пожнивных остатков в 2 раза уменьшается фактическая засоренность посева сои, по сравнению с рекомендованной технологией. Посев сои заниженной нормой

высева (400 тыс. шт./га) приводит к повышению засоренности посева на 12 шт./м² (или на 38,3%) при обеих технологиях возделывания. При прямом посеве сои нормы высева 500, 600 и 700 тыс. шт./га оказывают равноценное влияние на засоренность посева, при которых количество сорных растений на 1 м² сокращается в среднем на 28,0 %, по сравнению с нормой 400 тыс. шт./га.

Оптимальный фитопатологический фон формируется при сочетании рекомендованной технологии с нормами высева 500 и 600 тыс. шт./га. Данные варианты обеспечивают минимальную распространенность корневых гнилей (0-10 %), умеренную интенсивность листовых инфекций ($r < 20$ баллов) и стабильность показателей по годам исследования. При прямом посеве рекомендуется ограничивать норму высева уровнем 500 тыс. шт./га для снижения риска развития корневых гнилей.

Прямой посев обеспечивает лучшие условия работы фотосинтетического аппарата сои, по сравнению с рекомендованной технологией: максимальная площадь листовой поверхности в фазу образования бобов выше на 3,0 тыс. м²/га (или на 10%), фотосинтетический потенциал за период вегетации сои выше на 83 тыс. м²×дней/га (или на 5,7%). Наиболее высокий фотосинтетический потенциал формируется при нормах высева 600 и 700 тыс. шт./га при обеих технологиях возделывания сои.

Наилучшее развитие клубеньков наблюдается при прямом посеве сои, к концу вегетации (фаза налив семян) сырая масса клубеньков выше на 0,11 г на одном растении (или на 7,8 %), сухая масса – на 0,05 г на растения (или на 8,5 %) в сравнении с рекомендованной технологией. Наиболее высокая масса клубеньков на одном растении сои при прямом посеве формируется с нормой высева 400-500 тыс. шт./га (сырая и сухая масса клубеньков выше в среднем на 0,30 г или 21,7% и 0,08 г или 13,2% в сравнении с нормами 600-700 тыс. шт./га).

Наибольший прирост симбиотического потенциала (56,1 %) при увеличении нормы высева наблюдается в варианте с прямым посевом сои: с 24 931 кг×дней/га

при 400 тыс. шт./га до 38 905 кг×дней/га при 700 тыс. шт./га. При рекомендованной технологии прирост составляет 27,7%.

Не смотря на более высокий стеблестой сои (на 4,5 см) и массу 1000 семян (на 5 г) в варианте с рекомендованной технологией, наибольшее количество бобов (16,3 шт.) и семян (33,6 шт.) на одно растение сои формируется при прямом посеве, что обеспечивает более высокую продуктивность одного растения сои при такой технологии возделывания (на 0,2 г в сравнении с рекомендованной).

Урожайность сои при прямом посеве существенно превышает рекомендованную технологию на 0,1 т/га (или на 3,7 %). Максимальная урожайность достигается при нормах высева 500 и 600 тыс. шт./га (2,85 и 2,88 т/га), увеличение нормы до 700 тыс. шт./га не приводит к дальнейшему росту урожайности (2,81 т/га).

Прямой посев обеспечивает снижение себестоимости продукции на 2744 руб./т, увеличение прибыли с 1 га на 8700 руб. и уровня рентабельности на 35,0 % по сравнению с рекомендованной технологией. Более экономически эффективным является возделывание сои при заниженных нормах высева (400 и 500 тыс. шт./га), так как дополнительные затраты на семена при увеличении нормы высева до 600 и 700 тыс. шт./га не окупаются прибавкой урожая на этих вариантах.

Оптимальной нормой высева при прямом посеве сои в условиях южной зоны Амурской области, обеспечивающей наилучшее сочетание фитосанитарного состояния, фотосинтетической и симбиотической активности, структуры урожая и экономической рентабельности, является 500 тыс. шт./га.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

1. На лугово-черноземовидных почвах южной сельскохозяйственной зоны Амурской области сою по предшественнику кукуруза на зерно следует возделывать по технологии прямого посева.

2. Для получения урожайности сои сорта Дебют на уровне 2,85 т/га при прямом посеве по стерне кукурузы на зерно следует применять норму высева 500 тыс. шт. всхожих семян на 1 га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдусаламова, Р. Р. Деградация почв и её последствия / Р. Р. Абдусаламова, З. М. Баламирзоева // Вестник Социально-педагогического института. – 2022. – № 2(42). – С. 31-36.
2. Агроклиматический справочник по Амурской области / Глав. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР, Упр. гидрометеорол. службы Дальнего Востока, Гидрометеорол. обсерватория УГМС ДВ. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1960. – 134 с.
3. Акупиян, О. С. Анализ современного состояния производства сои и тенденции его развития / О. С. Акупиян, Д. П. Кравченко, Ю. И. Соболева // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2025. – № 4(48). – С. 103-111. – EDN PVNNXI.
4. Алексеенкова, Е. Соя: от количества к качеству / Е. Алексеенкова // АгроФорум. – 2020. – № 5. – С. 37-40.
5. Амурская область: факты в цифре: Статистический сборник / Амурстат – Благовещенск, 2026 – 171 с.
6. Анализ современного состояния и прогноз мирового и отечественного производства сои / Е. Л. Золотарева, В. И. Векленко, О. В. Святова, О. В. Птицина // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 9. – С. 262-267.
7. Анализ мирового производства сои: обзор современного состояния и тенденции развития / И. А. Аксенов, Г. А. Трунин, М. С. Фабриков [и др.] // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. – 2025. – Т. 17, № 5. – С. 581-608. – DOI 10.12731/2658-6649-2025-17-5-1281. – EDN JYKQKG
8. Ананьева, Т. В. Тенденции производства сои в мире и России: сравнительный анализ / Т. В. Ананьева, О. В. Серебрякова // Достижения науки и техники АПК. – 2025. – Т. 39, № 2. – С. 80-86. – DOI 10.53859/02352451_2025_39_2_80. – EDN DHBAKD

9. Ануфриева, О. А. Анализ производства сои в Российской Федерации / О. А. Ануфриева, К. А. Жичкин // Новости науки в АПК. – 2019. – № 3(12). – С. 524-527.
10. Балакай, Г. Т. Соя: экология, агротехника, переработка / Г. Т. Балакай, О. С. Безуглова. – Ростов-на-Дону: Общество с ограниченной ответственностью «Феникс», 2003. – 160 с.
11. Бараев, А. И. Почвозащитное земледелие / А. И. Бараев. – М.: Колос, 1975. – 304 с.
12. Башкатов, А. Я. Инновационные взгляды на современную технологию возделывания сои в Курской области: практическое руководство / А.Я. Башкатов, Ж.Н. Минченко, П.А. Солосенков. – Курск: изд-во ООО «Призма», – 2019 – 43 с.
13. Башкатов, А. Я. Технологии возделывания сои в условиях Курской области / А. Я. Башкатов, Ж. Н. Минченко. – Курск: ООО «Структура печати», 2020. – 249 с.
14. Башкатов, А. Я. Соя. Современная агротехника / А. Я. Башкатов, Ж. Н. Минченко, А. И. Стифеев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 188 с. — ISBN 978-5-507-46310-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/305951> (дата обращения: 04.08.2025).
15. Бельшкина, М. Е. Содержание и качество жира в семенах сои северного экотипа / М. Е. Бельшкина, Е. В. Гуреева // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2020. – № 21(184). – С. 15-23. – EDN VNYFJQ
16. Бельшкина, М. Е. Динамические параметры продукционного процесса раннеспелых сортов сои в зависимости от условий влагообеспеченности вегетационного периода / М. Е. Бельшкина // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 1(57). – С. 33-39. – DOI 10.18286/1816-4501-2022-1-33-39. – EDN IVNRNY.
17. Бобкова, Ю. А. Мониторинг засоренности посевов в звене севооборота на фоне различных способов основной обработки почвы / Ю. А. Бобкова,

М. В. Сорокина // Вестник аграрной науки. – 2021. – № 4(91). – С. 3-10.

18. Бумбар, И. В. Совершенствование технологий и технических средств при возделывании кукурузы на зерно в Южной сельскохозяйственной зоне Амурской области / И. В. Бумбар, В. В. Мазур, А. А. Кувшинов // Дальневосточный аграрный вестник. – 2021. – № 2(58). – С. 131-136.

19. Бумбар, И. В. Анализ удельных показателей зерноуборочных комбайнов Ростсельмаш, используемых в АПК Амурской области / И. В. Бумбар, А. А. Кувшинов // Дальневосточный аграрный вестник. – 2023. – Т. 17, № 4. – С. 156-166. – DOI 10.22450/1999-6837-2023-17-4-156-166. – EDN VHCEQZ

20. Бутовец, Е. С. Результаты испытания штаммов ризобий видов *Bradyrhizobium japonicum* и *Sinorhizobium fredii* на сортах сои Сфера и Муссон в условиях Приморья / Е. С. Бутовец, Л. М. Лукьянчук // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34, № 8. – С. 66-69.

21. Векленко, В. И. Производство и переработка сои в России: прошлое, настоящее, будущее / В. И. Векленко, Б. А. Дадашев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 1. – С. 213-220.

22. Векленко, В. И. Производство соевого масла в мире и России / В. И. Векленко, Б. А. Дадашев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 2. – С. 192-197.

23. Власенко, А. Н. Проблемы и перспективы разработки и освоения технологии No-till на черноземах лесостепи Западной Сибири / А. Н. Власенко, Н. Г. Власенко, Н. А. Коротких // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 9. – С. 16-19.

24. Власенко, А. Н. Особенности формирования сорного компонента в посевах яровой пшеницы при внедрении технологии No-till / А. Н. Власенко, Н. А. Коротких, Н. Г. Власенко // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2013. – № 1. – С. 24-27.

25. Власенко, А. Н. Эффективность интенсификации возделывания яровой пшеницы разных сортов в лесостепи Приобья / А. Н. Власенко, Н. Г. Власенко,

П. И. Кудашкин [и др.] // Земледелие. – 2015. – № 5. – С. 31-33.

26. Власенко, А. Н. Система No-Till на черноземных почвах северной лесостепи Западной Сибири / А. Н. Власенко, Н. Г. Власенко // Плодородие. – 2021. – № 3(120). – С. 81-83.

27. Власенко, А. Н. Эффективность No-Till технологии на черноземных почвах северной лесостепи Западной Сибири / А. Н. Власенко, Н. Г. Власенко, П. И. Кудашкин // Сельскохозяйственный журнал. – 2021. – № S5(14). – С. 4-13.

28. Влияние прямого посева на плодородие почвы и урожайность полевых культур в Саратовском Правобережье / В. Б. Нарушев, В. Е. Одинок, Е. В. Одинок, Д. С. Косолапов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 3(53). – С. 54-55.

29. Влияние прямого посева и нормы высева на структуру урожая сои в Амурской области / В. В. Гетманский, П. В. Тихончук, Е. Б. Захарова, О. В. Щегорец // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2025. – № 211. – С. 55-63. – DOI 10.21515/1990-4665-211-006. – EDN BEWNEA.

30. Влияние прямого посева и нормы высева на развитие симбиотического аппарата сои / В. В. Гетманский, П. В. Тихончук, Е. Б. Захарова, А. А. Немыкин // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2026. – Т. 56, № 2(327). – С. 15-22. – DOI 10.26898/0370-8799-2026-2-2. – EDN YLVAJQ

31. Влияние основной обработки на агрофизические свойства почвы в технологии возделывания сои / Р. В. Кравченко, С. И. Лучинский, В. П. Матвиенко, А. А. Манохин // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 86. – С. 79-84.

32. 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. – DOI 10.24411/0235-2451-2020-10814. – EDN BYWAUV

33. 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.

34. Влияние углубления почвы на урожайность сои при посеве различными агрегатами / В. В. Елифанцев, А. Н. Панасюк, Я. А. Осипов, Ю. А. Вайтехович // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2020. – Т. 50, № 1. – С. 13-22. – DOI 10.26898/0370-8799-2020-1-2. – EDN NYLDLR

35. Влияние технологии прямого посева на эмиссию CO₂ из черноземовидных почв Приамурья / А. В. Иванов, В. В. Гетманский, П. В. Тихончук [и др.] // Почвоведение. – 2025. – № 7. – С. 932-942. – DOI 10.31857/S0032180X25070044. – EDN HTISKU.

36. Водопотребление и продуктивность яровой пшеницы на разных технологиях возделывания в условиях лесостепи Среднего Поволжья/ А. Л. Тойгильдин, И. А. Тойгильдина, Н. А. Богданов, Н. А. Хайртдинова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 4 (64). – С. 13-20.

37. Волкова, Е.А. Методы и показатели экономической эффективности сельскохозяйственного производства / Е.А. Волкова, К.С. Чурилова, А.А. Щегорец // Известия Дальневосточного федерального университета. Экономика и управление. – 2017. – № 1(81). – С. 12-20

38. Восстановление структуры и почвозащитная роль прямого посева в черноземах и каштановых почвах Ставропольского края / С. А. Юдин, Н. Р. Ермолаев, В. П. Белобров [и др.] // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. – 2024. – № 121. – С. 86-110. – DOI 10.19047/0136-1694-2024-121-86-110. – EDN HFOYWI

39. Гаджиумаров, Р. Г. Фотосинтетическая деятельность посевов сои в зависимости от технологии возделывания / Р. Г. Гаджиумаров // Новости науки в АПК. – 2019. – № 3(12). – С. 419-423.

40. Гайдученко, А. Н. Экономическая эффективность возделывания сои в

зависимости от применяемых технологий / А. Н. Гайдученко, А. В. Сюмак, Б. А. Коротенко // Земледелие. – 2017. – № 2. – С. 23-25.

41. Ганжара, Н. Ф. Практикум по почвоведению: учебное пособие / Н. Ф. Ганжара, Д. И. Щеглов. — Москва: КолосС, 2007. — 303 с.;

42. Гатаулина, Г. Г. Соя и другие зернобобовые культуры: импортировать или производить? / Г. Г. Гатаулина, М. Е. Бельшкينا // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31, № 8. – С. 5-11.

43. Гвалдова, В. В. Динамика распространения сои в мире / В. В. Гвалдова, Е. В. Кирсанова // Агробизнес и экология. – 2015. – Т. 2, № 2. – С. 45-48.

44. Гвалдова, В. В. История происхождения сои / В. В. Гвалдова, Г. И. Дурнев // Сетевой научный журнал ОрелГАУ. – 2015. – № 1(4). – С. 37-38.

45. Гербициды для борьбы с марью белой в посевах сои / В. Н. Мороховец, З. В. Басай, Т. В. Мороховец [и др.] // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2021. – Т. 51, № 4. – С. 33-41. – DOI 10.26898/0370-8799-2021-4-4. – EDN JQTXUY

46. Гетманский, В. В. Влияние прямого посева сои на агрофизические показатели плодородия почвы / В. В. Гетманский, П. В. Тихончук, Е. Б. Захарова // Современные проблемы почвоведения, агрохимии и экологии: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной памяти почвовед-агрохимика, кандидата сельскохозяйственных наук, доцента Валентины Федоровны Прокопчук, Благовещенск, 30–31 марта 2023 года. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2023. – С. 233-241. – DOI 10.22450/9785964205609_234. – EDN QICMLE

47. Гетманский, В. В. Влияние прямого посева сои на структуру соевого агрофитоценоза / В. В. Гетманский, П. В. Тихончук, Е. Б. Захарова // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : материалы всероссийской научно-практической конференции, Благовещенск, 20–21 апреля 2023 года. Том 1. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2023. – С. 15-21. – DOI 10.22450/9785964205385_1_15. – EDN ABGPPI

48. Гетманский, В. В. Влияние прямого посева на фотосинтетическую деятельность сои сорта Дебют / В. В. Гетманский, П. В. Тихончук, Е. Б. Захарова // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития: Материалы международной научно-практической конференции. В 5 томах, Благовещенск, 18–19 апреля 2024 года. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2024. – С. 37-45. – DOI 10.22450/978-5-9642-0629-3-37-45. – EDN DVYOKH

49. ГОСТ 26213-2014. Почвы. Методы определения органического вещества. — Москва : Стандартинформ, 2015. — 11 с.; Пономарева В.В., Плотникова Т.А. «Гумус и почвообразование (методы и результаты изучения)». — Л.: Наука, 1980. — 222 с.

50. ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор проб: межгосударственный стандарт. — Москва : Стандартинформ, 2019. — 11 с.

51. ГОСТ Р 54650-2011. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. — Москва : Стандартинформ, 2012. — 7 с.

52. ГОСТ 28268-89. Почвы. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений. — Москва : Стандартинформ, 2019. — 11 с.

53. ГОСТ 5180-2015. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. — Москва : Стандартинформ, 2016.

54. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию Сорт сои Дебют // ФГБУ «Госсорткомиссия» : официальный сайт. — URL: <https://reestr.gossortrf.ru/search/vegetable/> (дата обращения: 13.04.2025). Текст: электронный.

55. Гриценко, В. В. Основы программирования урожаев сельскохозяйственных культур / В. В. Гриценко, В. Е. Долгодворов. — М.: Агропромиздат, 1986. — 56 с.

56. Данкверт, С. А. Внедрение ресурсосберегающих технологий – стратегия

развития зернового хозяйства / С. А. Данквер, Л. В. Орлова // Земледелие. – 2003. – №1. – С. 4-5.

57. Даудова, А. А. Формирование активного симбиотического потенциала сои в зависимости от обработки семян ризобияльными препаратами в условиях равнинной зоны Дагестана / А. А. Даудова, А. Б. Исмаилов // Проблемы развития АПК региона. – 2024. – № 2(58). – С. 39-42.

58. Дериглазова, Г. М. Современные тенденции возделывания сои в России / Г. М. Дериглазова // АгроЗооТехника. – 2022. – Т. 5, № 3.

59. Докучаев, В. В. Наши степи прежде и теперь / В. В. Докучаев. – М.: Сельхозгид, 1936. – 116 с.

60. Дорохов, А. С. Обзор мирового рынка сои / А. С. Дорохов, О. В. Евдокимова, К. К. Большева // Инновации в сельском хозяйстве. – 2018. – № 4(29). – С. 237-246.

61. 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.

62. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. — 5-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2014. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-1563-6

63. Дридигер, В. К. Продуктивность сои в зависимости от технологии возделывания на черноземе обыкновенном в зоне Центрального Предкавказья / В. К. Дридигер, Р. Г. Гаджиумаров // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2021. – № 1(186). – С. 60-73.

64. Дубовик, Е. В. Влияние способа основной обработки почвы на агрофизические свойства чернозема типичного при возделывании сои / Е. В. Дубовик, Д. В. Дубовик, А. В. Шумаков // Плодородие. – 2022. – № 3(126). – С. 49-52.

65. 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. – DOI 10.25930/2687-1254/001.3.15.2022. – EDN WVOKAK

66. Епифанцев, В. В. Влияние минимализации обработки почвы и применения гербицидов на урожайность семян сои в Амурской области / В. В. Епифанцев // Аграрная наука - сельскому хозяйству: Сборник материалов XIV Международной научно-практической конференции. В 2-х книгах, Барнаул, 07-08 февраля 2019 года. Том Книга 1. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2019. – С. 180-181

67. Епифанцев, В. В. Сравнительная оценка качества посева сои различными посевными агрегатами / В. В. Епифанцев, Я. А. Осипов, Ю. А. Вайтехович // Дальневосточный аграрный вестник. – 2021. – № 2(58). – С. 137-143. – DOI 10.24412/1999-6837-2021-2-137-143. – EDN UVNPBP

68. Епифанцев, В. В. Роторный плуг для органической технологии возделывания сои / В. В. Епифанцев, Я. А. Осипов, Ю. А. Вайтехович // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2021. – Т. 15, № 1. – С. 63-70. – DOI 10.22314/2073-7599-2021-15-1-63-70. – EDN ROZYMP

69. Епифанцев, В. В. Комбинированный агрегат для почвоуглубления, разноуровневого внесения удобрений и посева сои / В. В. Епифанцев, Я. А. Осипов, Ю. А. Вайтехович // Дальневосточный аграрный вестник. – 2022. – Т. 16, № 2. – С. 142-150. – DOI 10.22450/19996837_2022_2_142. – EDN USQHAO

70. Епифанцев, В. В. Влияние способа ухода за растениями на засоренность посевов сои / В. В. Епифанцев // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития: материалы всероссийской научно-практической конференции, посвященной 75-летию Дальневосточного государственного аграрного университета. В 3 т., Благовещенск, 16–17 апреля 2025 года. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2025. – С. 46-53. – DOI 10.22450/978-5-9642-0480-0-46-53. – EDN ACDEHV

71. Жилияков, Д. И. Организационно-экономические меры повышения эффективности воспроизводственного процесса в сельском хозяйстве / Д. И. Жилияков, Ю. В. Плахутина. – Курск: Общество с ограниченной ответственностью «Учитель», 2020. – 181 с.

72. Жутяева, М. Экспорт сои: каковы перспективы России / М. Жутяева // АгроФорум. – 2020. – № 5. – С. 41-44.

73. Зависимость урожайности сортов сои и элементов, составляющих ее, от погодных условий Приамурья / Ж. Вэй, О. А. Селихова, В. В. Епифанцев, Е. А. Семенова // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2024. – № 4(56). – С. 42-53. – EDN LIBEBF)

74. Завьялов, Н. А. Влияние нормы высева на фитосанитарное состояние и продуктивность сои в условиях лесостепи / Н.А. Завьялов // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2022. – Т. 52, № 3. – С. 18–26.

75. Захарова, Е. Б. Продуктивность сои сорта Дебют в зависимости от различных способов посева и удобрения / Е. Б. Захарова, Т. В. Минькач, А. И. Конюшков // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития: Материалы международной научно-практической конференции. В 5 томах, Благовещенск, 18–19 апреля 2024 года. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2024. – С. 84-90. – DOI 10.22450/978-5-9642-0629-3-84-90. – EDN HWBWMS

76. Захарова, Е. Б. Продуктивность сои при глубоком рыхлении почвы перед посевом и внесении довсходовых гербицидов / Е. Б. Захарова, Е. А. Семенова, А. Н. Панасюк // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2024. – № 12(242). – С. 10-14. – DOI 10.53083/1996-4277-2024-242-12-10-14. – EDN PVTFXM

77. Земледелие: практикум: учеб. пособие / Г. И. Баздырев, И. П. Васильев, А. М. Туликов [и др.]. – М. : ИНФРА-М, 2018. – 424 с.

78. Зехов, Ю. А. Фитосанитарная диагностика и защита растений при переходе на технологии No-Till / Ю.А. Зехов, Д. Шпаар // Вестник защиты

растений. – 2019. – № 4. – С. 5–14.

79. Иванов, А. В. Изменение почвенной эмиссии CO₂ в опыте с прямым посевом сои в Амурской области / А. В. Иванов, В. В. Гетманский // Перспективы внедрения инновационных технологий в АПК : Сборник статей III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, приуроченной к 80-летию агрономического факультета Алтайского государственного аграрного университета, Барнаул, 22 ноября 2023 года. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2023. – С. 52-57. – EDN PLBMUJ.

80. Изменение физических свойств черноземов при прямом посеве / В. П. Белобров, С. А. Юдин, Н. В. Ярославцева [и др.] // Почвоведение. – 2020. – № 7. – С. 880-890.

81. Информация о сельскохозяйственных работах : сводка за 2025 год // Официальный сайт Министерства сельского хозяйства Амурской области. – URL: <https://agro.amurobl.ru/pages/informatsiya-o-selskokhozyaystvennykh-rabotakh/2025-god%20svodka/> (дата обращения: 11.06.2025). – Текст : электронный.

82. К оценке агротехнических сроков посева и уборки основных сельскохозяйственных культур в Амурской области / И. В. Бумбар, П. В. Тихончук, В. В. Мазур, А. А. Кувшинов // Дальневосточный аграрный вестник. – 2020. – № 3(55). – С. 18-25. – DOI 10.22450/1999-6837-2020-3-18-25. – EDN PFKHUI

83. Камбулов, С. И. Ноутилл всех опередил / С. И. Камбулов, В. Б. Рыков // Деловой крестьянин. – 2017. – № 9. – С. 18-19.

84. Кирсанов, А. Т. Химические методы определения потребности почв в минеральных удобрениях / А.Т. Кирсанов // Труды Почвенного института им. В. В. Докучаева. — Москва ; Ленинград : Сельхозгиз, 1935. — С. 11–23.

85. Кирюшин, В.И. Агроэкологические основы почвозащитного земледелия / В.И. Кирюшин. — М.: КолосС, 2011. 447 с.

86. Кирюшин, В.И. Агрономическое почвоведение: учебник / В. И. Кирюшин. — 2-е стереотипное. — Санкт-Петербург: Квадро, 2024. — 680 с.

— ISBN 978-5-906371-02-7. — Текст: электронный // Электронная библиотечная система Elibrica: [сайт]. — URL: <https://elibrica.com/81c01b23-3bb6-473b-b8b6-c000c5661e45> (дата обращения: 15.05.2026).

87. Кислов, А. В. Способы обработки почвы и посева сои в степной зоне Южного Урала / А. В. Кислов, И. В. Васильев, Н. П. Сапрыкин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 1(51). – С. 39-41.

88. Клыков, А. Г. Состояние и перспективы развития аграрной науки на Дальнем Востоке / А. Г. Клыков // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2025. – Т. 26, № 3. – С. 459-469. – DOI 10.30766/2072-9081.2025.26.3.459-469. – EDN AKHCTZ

89. Клычова, Г. С. Перспективы развития рынка сои и его значимость для Российской экономики / Г. С. Клычова, А. П. Цыпин, А. Р. Валиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16, № 3(63). – С. 128-134.

90. Колесникова, Т. П. Фитосанитарная оценка посевов в зерно-соевом севообороте / Т. П. Колесникова, В. В. Гетманский // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : материалы всероссийской научно-практической конференции, Благовещенск, 20–21 апреля 2023 года. Том 1. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2023. – С. 74-80. – DOI 10.22450/9785964205385_1_74. – EDN FQZWLI

91. Концептуальные подходы к технологии уборки сои очёсом на корню и устройства для её осуществления / А. Н. Панасюк, М. В. Канделя, Д. С. Мазнев [и др.]; Дальневосточный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2018. – 127 с.

92. Коротких, Н. А. Динамика почвенного банка семян сорняков в зависимости от технологии возделывания сельскохозяйственных культур / Н. А. Коротких, Н. Г. Власенко // Доклады Российской академии

сельскохозяйственных наук. – 2014. – № 2. – С. 23-26.

93. Корчагин, В. А. Прямой посев зерновых культур в степных районах Среднего Поволжья / В. А. Корчагин, С. Н. Шевченко, О. И. Горянин, [и др.], – Самара: СамНЦ РАН, 2008. – 111 с.

94. Котенко, Д. С. Особенности уборки сои в связи с изменением климата Амурской области / Д. С. Котенко, А. Н. Панасюк // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития: Материалы международной научно-практической конференции. В 5 томах, Благовещенск, 18–19 апреля 2024 года. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2024. – С. 104-110. – DOI 10.22450/978-5-9642-0633-0-104-110. – EDN RBJYSC

95. Краснова, Е. А. Влияние способов основной обработки почвы на засоренность посевов сои в Западной Сибири / Е. А. Краснова, В. В. Рзаева // Аграрный вестник Урала. – 2019. – № 5(184). – С. 4-8.

96. Краснова, Е. А. Урожайность сои в зависимости от предшественника и способа обработки почвы в северной лесостепи Тюменской области / Е. А. Краснова, В. В. Рзаева // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2020. – № 3(62). – С. 52-55.

97. Кривошлыков, К. М. Анализ состояния и развития производства сои в мире и России / К. М. Кривошлыков, Е. Ю. Рощина, С. А. Козлова // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2016. – № 3(167). – С. 64-69.

98. Крылова, Т. С. Эффективность гербицидов посевах сои в условиях Приамурья / Т. С. Крылова, А. Н. Дубровин, Л. А. Дорожкина // Агрохимический вестник. – 2020. – № 2. – С. 54-57. – DOI 10.24411/1029-2551-2020-10024. – EDN HRNVGF.

99. Кузьмин, М. С. Минимальная обработка почвы в зерно-соевом севообороте Приамурья / М.С. Кузьмин // Дальневосточный аграрный вестник. – 2007. – №3. – С. 76-79.

100. Кулинцев, В. В. Эффективность использования пашни и урожайность

полевых культур при возделывании по технологии прямого посева / В. В. Кулинцев, В. К. Дридигер // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 4. – С. 16-18.

101. Кутилкин, В. Г. Совершенствование элементов технологии возделывания сои в лесостепи Среднего Поволжья / В. Г. Кутилкин // Агрофизика. – 2022. – № 4. – С. 28-33.

102. Леухина, Т. В. Влияние инокуляции и некорневых подкормок комплексным микроудобрением на эффективность симбиотической деятельности и продуктивность сортов сои / Т. В. Леухина // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2024. – № 4(52). – С. 87-95.

103. Линников, П. И. Российский рынок сои: тенденции, перспективы развития / П. И. Линников // Аграрный научный журнал. – 2018. – № 10. – С. 81-86.

104. Лонцева, И. А. Модель для прогнозирования потерь сои за жаткой / И. А. Лонцева, Н. В. Соболева // Дальневосточный аграрный вестник. – 2021. – № 3(59). – С. 93-98. – DOI 10.24412/1999-6837-2021-3-93-98. – EDN ZCQNHUP.

105. Лукомец, А. Н. Болезни сои в современных технологиях возделывания / А.Н. Лукомец, А.И. Абугалиева // Аграрная наука. – 2022. – № 8. – С. 22–27.

106. Мазов, Е. Н. Устойчивое управление земельными ресурсами в мировой практике / Е. Н. Мазов, А. В. Белова // Землеустройство, кадастр недвижимости и мониторинг земельных ресурсов: Материалы международной научно-практической конференции, Улан-Удэ, 26–28 апреля 2021 года / Под общей редакцией Л.О. Григорьевой. – Улан-Удэ: Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова, 2021. – С. 23-27.

107. Мальцев, Т.С. Новая система обработки почвы и посева / Т.С. Мальцев. – Курган: Красный Курган, 1954. – 64 с.

108. Методики агрономических исследований: учебно-методическое пособие / сост. А. М. Ленточкин [и др.]; отв. за выпуск А. М. Ленточкин. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – 172 с.

109. Минина, Н. Н. Современные проблемы деградации почв / Н. Н. Минина,

Х. Ш. Хабибулина // Интеграция мировой науки и техники: новые концепции и парадигмы : Материалы II Международной научно-практической конференции, Ставрополь, 28 февраля 2023 года. – Ставрополь: Общество с ограниченной ответственностью "Ставропольское издательство «Параграф», 2023. – С. 338-341.

110. Морозов, А. Н. Влияние способов основной обработки почвы на засоренность посевов, урожайность и качество зерна сои / А. Н. Морозов, Д. В. Дубовик, Б. С. Ильин // Таврический вестник аграрной науки. – 2022. – № 2(30). – С. 74-85.

111. Мошкин, И. В. Экономическая эффективность технологии NO-TILL / И. В. Мошкин, А. Ю. Шуркин, А. А. Абрамов // APK News. – 2018. – № 5. – С. 61-64.

112. Наумченко, Е. Т. Влияние длительного применения удобрений на плодородие луговой черноземовидной почвы и урожайность сои / Е. Т. Наумченко, Е. В. Банецкая // Агрохимия. – 2022. – № 2. – С. 28-33. – DOI 10.31857/S0002188121120085. – EDN XMWDIW

113. Нафиков, М. М. Соя. Современные технологии возделывания: учебник / М. М. Нафиков, С. Г. Смирнов, А. Р. Нигматзянов; Татарский институт переподготовки кадров агробизнеса. – Казань: ООО «Издательский дом «МеДДоК», 2023. – 224 с.

114. Национальный атлас почв Российской Федерации / Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова (МГУ); под ред. С. А. Шобы. – Москва: Изд-во МГУ, 2011. – С. 144.

115. Немыкин, А. А. Агрофизические условия формирования фотосинтетического потенциала сои в энергоресурсосберегающем растениеводстве Амурской области / А. А. Немыкин, Е. Б. Захарова, С. Г. Труш // АгроЭкоИнфо. – 2020. – № 4(42). – С. 1. – EDN XXRMWN

116. Немыкин, А. А. Предшественники и сроки обработки почвы под сою в условиях Амурской области / А. А. Немыкин, Е. Б. Захарова, Е. В. Туаева // АгроЭкоИнфо. – 2021. – № 6(48). – DOI 10.51419/20216619. – EDN АНТСАР

117. Низкий, С. Е. Оценка содержания w-кислот в сортах сои амурской селекции / С. Е. Низкий, Г. А. Кодирова, Г. В. Кубанкова // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34, № 8. – С. 45-49. – DOI 10.24411/0235-2451-2020-10807. – EDN LGGVNR

118. Никульчев, К. А. Сравнительная оценка способа возделывания сои в условиях Приамурья / К. А. Никульчев, Е. В. Банецкая // Дальневосточный аграрный вестник. – 2020. – № 3(55). – С. 58-67. – DOI 10.22450/1999-6837-2020-3-58-67. – EDN DFIVAG

119. Никульчев, К. А. Экономическая эффективность возделывания сои в севообороте и монокультуре в условиях Приамурья / К. А. Никульчев // Экономика сельского хозяйства России. – 2024. – № 7. – С. 95-99.

120. Овсинский, И. Е. Новая система земледелия / И. Е. Овсинский, – М., 1911. – 288 с.

121. Оценка воздействия технологии прямого посева на физические свойства черноземов Ростовской области / К. Ш. Казеев, Т. В. Минникова, М. А. Мясникова [и др.] // Агрофизика. – 2019. – № 2. – С. 15-24.

122. Панасюк, А. Н. Концептуальные подходы к биологизированной технологии производства сои, методы и устройства для ее реализации / А. Н. Панасюк // Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса: сборник научных трудов XVI Международной научно-практической конференции в рамках XXVI Агропромышленного форума юга России и выставки «Интерагромаш» и «Агротехнологии», Ростов-на-Дону, 01–03 марта 2023 года / Донской государственный технический университет. – Ростов-на-Дону: Общество с ограниченной ответственностью «ДГТУ-ПРИНТ», 2023. – С. 241-246. – DOI 10.23947/interagro.2023.241-246. – EDN JRITKP

123. Панасюк, А. Н. Обоснование критерия и стандарта агрегата для сравнительной оценки машинных технологий в растениеводстве / А. Н. Панасюк, В. В. Епифанцев, Д. А. Дегтярев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2023. – № 10(228). – С. 83-87. – DOI 10.53083/1996-4277-2023-228-

10-83-87. – EDN OBYWAU

124. Панасюк, А. Н. Ограничения применения колесных тракторов в технологиях растениеводства по уплотняющему воздействию (в условиях Приамурья) / А. Н. Панасюк, В. В. Епифанцев, Д. А. Дегтярев // Дальневосточный аграрный вестник. – 2024. – Т. 18, № 1. – С. 83-90. – DOI 10.22450/1999-6837-2024-18-1-83-90. – EDN LSNVWF

125. Паутова, В. С. Дискуссионные аспекты в минимизации обработки почвы / В. С. Паутова // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. – 2020. – Т. 29. – С. 205-209.

126. Першин, А.Д. Соеводство – вектор современного развития растениеводства Дальневосточного федерального округа России / А.Д. Першин, Е.В. Емельянова, Л.В. Уфимцева // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. ISSN 1999-2645. — №1 (49). Номер статьи: 4940. Дата публикации: 21.03.2017. URL: <https://eee-region.ru/article/4940/>(дата обращения: 15.05.2026).

127. Петров, А. Н. Роль густоты стояния растений в формировании микроклимата и здоровья агрофитоценоза / А.Н. Петров, И.И. Иванов // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2023. – № 2. – С. 45–51.

128. Поляков, Д. Г. Органическая мульча и No-till в земледелии: обзор зарубежного опыта / Д. Г. Поляков, Ф. Г. Бакиров // Земледелие. – 2020. – № 1. – С. 3-7.

129. Поморова, Ю. Ю. Биохимический состав семян сортов сои, возделываемых в различных регионах России, и аспекты его биологической ценности (обзор) / Ю. Ю. Поморова, В. В. Пятовский, Ю. М. Серова // Масличные культуры. – 2023. – № 4(196). – С. 84-96. – DOI 10.25230/2412-608X-2023-4-196-84-96. – EDN QQFOTR.

130. Посыпанов, Г. С. Растениеводство: практикум : учебное пособие / Г. С. Посыпанов. – Москва: ИНФРА-М, 2022. – С. 14.

131. Почвозащитная роль прямого посева в земледелии / В. П. Белобров, Д. А. Шаповалов, В. К. Дридигер [и др.] // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2023. – № 3(393). – С. 255-260. – DOI 10.55186/25876740_2023_66_3_255. – EDN EJCBVH.

132. Природоподобные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в системе прямого посева / В. К. Дридигер, Е. И. Годунова, Р. Г. Гаджиумаров [и др.] // Земледелие. – 2025. – № 1. – С. 3-9. – DOI 10.24412/0044-3913-2025-1-3-9. – EDN QDSWNZ.

133. Присяжная, И. М. Разработка технологии уборки сои комбайном двухфазного обмолота для получения семян в условиях Амурской области / И. М. Присяжная, С. П. Присяжная // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2023. – № 6. – С. 107-112. – DOI 10.31857/2500-2082/2023/6/107-112. – EDN WRIURW

134. Продуктивность сои / Н. А. Зеленский, Г. М. Зеленская, А. А. Абрамов, Ю. В. Бабак // APK News. – 2018. – № 10. – С. 23-25.

135. Прямой посев - технология, восстанавливающая деградированные свойства черноземов / А. Л. Иванов, В. П. Белобров, В. К. Дридигер, С. А. Юдин // Сельскохозяйственный журнал. – 2025. – № 1(18). – С. 23-47. – DOI 10.48612/FARC/2687-1254/003.1.18.2025. – EDN GQAMON

136. Распоряжение Правительства РФ от 08.09.2022 № 2567-р «Об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года» // Официальный интернет-портал правовой информации. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202209120021> (дата обращения: 11.05.2026). – Текст : электронный.

137. Ray, В. В. Производство сои и соевых продуктов: перспективы и проблемы / В. В. Ray, Е. Ю. Фролова, В. Г. Русский // Никоновские чтения. – 2018. – № 23. – С. 54-56.

138. Рафальский, С. В. Формирование семенной продуктивности сои в

зависимости от способа посева и нормы высева семян / С. В. Рафальский, Н. Б. Рафальская // Дальневосточный аграрный вестник. – 2024. – Т. 18, № 2. – С. 64-73. – DOI 10.22450/1999-6837-2024-18-2-64-73. – EDN UWGUHN

139. Рахимова, Ю. М. Фотосинтетическая деятельность и урожайность сои при применении различных гербицидов и приёмов основной обработки почвы / Ю. М. Рахимова, А. В. Дозоров, А. Ю. Наумов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 1(25). – С. 37-42.

140. Романенко, Н. С. Основные факторы деградации почв / Н. С. Романенко, А. С. Непра, Н. С. Киденко // Системный анализ и синтез моделей научного развития общества : сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции, Саратов, 04 февраля 2021 года. – Стерлитамак: Общество с ограниченной ответственностью "Агентство международных исследований", 2021. – С. 139-141.

141. Саенко, Г. М. Фитосанитарный мониторинг сои на Дальнем Востоке / Г. М. Саенко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2022. – № 4(68). – С. 120-133. – DOI 10.32786/2071-9485-2022-04-15. – EDN RCRIYU

142. Свищева, М. И. Анализ состояния рынка сои в Российской Федерации в региональном разрезе / М. И. Свищева, Н. А. Карпунин // Управление рисками в АПК. – 2019. – № 2(30). – С. 83-95.

143. Свищева, М. И. Состояние и прогнозы производства сои в России / М. И. Свищева // Управление рисками в АПК. – 2020. – № 3(37). – С. 70-76.

144. Семенов, С. А. Происхождение земледелия / С. А. Семенов. – Л.: Наука, 1974. – 317 с.

145. 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.

146. Синеговская, В.Т. Посевы сои в Приамурье как фотосинтезирующие системы / В. Т. Синеговская. – Благовещенск, 2005. – 120 с.

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

148. 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.

149. Синеговская, В. Т. Система удобрений как средство воспроизводства плодородия почвы и стабилизации продуктивности полевого севооборота / В. Т. Синеговская, Е. Т. Наумченко // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2020. – № 1. – С. 38-41. – DOI 10.30850/vrsn/2020/1/38-41. – EDN CBIUKY

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

151. Синеговский, М. О. Экономическая оценка ресурсосберегающих технологий производства сои / М. О. Синеговский, А. А. Малашонок // Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков. – 2016. – № 15. – С. 125-130.

152. Система земледелия Амурской области: производственно-практический справочник / П. В. Тихончук, О. В. Щегорец, Е. Б. Захарова [и др.]. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2016. – 570 с. – ISBN 978-5-9642-0276-9. – DOI 10.22450/9785964202769. – EDN XRDEZF.

153. Солонкин, А. В. No-till — начало освоения в острозасушливых условиях Волгоградской области / А. В. Солонкин, Д. А. Болдырь, В. Ю. Селиванова // Сельскохозяйственный журнал. – 2019. – № 3(12). – С. 31-37.

154. Сорокина, М. В. Сравнительная оценка агротехнологий разной интенсивности и урожайность полевых культур в условиях Орловской области / М. В. Сорокина, В. Т. Лобков, Ю. А. Бобкова // Вестник аграрной науки. – 2022. – № 3(96). – С. 59-64.

155. Соя северного экотипа в интенсивном земледелии / В. Е. Ториков, С. А. Бельченко, А. В. Дронов [и др.]. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2019. – 284 с.

156. Спиридонов, Ю. Я. Глифосатсодержащие гербициды – особенности технологии их применения в широкой практике растениеводства / Ю. Я. Спиридонов, Н. В. Никитин // Вестник защиты растений. – 2015. – №4(86). – С. 5-11.

157. Суховеркова, В. Е. Агротехнологии нового поколения в США / В. Е. Суховеркова // Главный агроном. – 2018. – № 1-2. – С. 22-25.

158. Тедеева, В. В. Симбиотическая активность посевов сои в зависимости от применения минеральных удобрений / В. В. Тедеева, А. А. Абаев, А. А. Тедеева // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 107. – С. 149-155.

159. Тедеева, В. В. Влияние минеральных удобрений на симбиотическую активность посевов сои / В. В. Тедеева, А. А. Тедеева // Вестник КрасГАУ. – 2024. – № 3(204). – С. 51-58.

160. Тедеева, В. В. Применение минеральных удобрений на посевах сои / В. В. Тедеева, А. А. Тедеева // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2025. – № 1(80). – С. 228-232.

161. Толмачев, М. В. Фотосинтетическая деятельность и продуктивность сои сорта Лидия в зависимости от технологии возделывания / М. В. Толмачев, А. Н. Гайдученко // Земледелие. – 2015. – № 3. – С. 31-33.

162. Троц, Н. М. Агроэкологический мониторинг почв лесостепного Заволжья при применении технологий почвозащитного и ресурсосберегающего земледелия / Н. М. Троц, Г. И. Чернякова, А. А. Бокова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2025. – № 2(70). – С. 49-56. – DOI 10.18286/1816-4501-2025-2-49-56. – EDN EZSVQI.

163. Указ президента РФ от 02.11.2023 № 818 №О развитии природоподобных технологий в Российской Федерации» // Закон.РФ :

информационно-правовой портал. – URL: <https://www.zakonrf.info/ukaz-prezident-rf-818-02112023> (дата обращения: 13.12.2025). – Текст : электронный.

164. Урожайность и качество зерна сои при различной интенсивности обработки почвы / М. В. Сорокина, В. Т. Лобков, Н. И. Абакумов, Ю. А. Бобкова // Агробизнес и экология. – 2015. – Т. 2, № 2. – С. 69-71.

165. Федорова, Т. Н. Влияние густоты стояния растений на процессы фотосинтеза и продуктивность растений в соевом агроценозе в условиях Среднего Приамурья / Т. Н. Федорова, Т. А. Асеева // Дальневосточный аграрный вестник. – 2022. – Т. 16, № 2. – С. 57-64. – DOI 10.22450/19996837_2022_2_57. – EDN ENJPQQ

166. Федорова, Т. Н. Изменение региональных климатических характеристик Среднего Приамурья и их влияние на урожайность сои / Т. Н. Федорова, Т. А. Асеева // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. – 2022. – № 3(223). – С. 138-148. – DOI 10.37102/0869-7698_2022_223_03_14. – EDN ZLPQHQ

167. Фокин С.А. Агрохимические методы исследований: практикум / С.А. Фокин. – Благовещенск: Дальневосточный ГАУ, 2021. – 175

168. Фолкнер, Э. Х. Безумие пахаря / Э. Х. Фолкнер; перевод с англ. В. Н. Энгельгарда и И. Л. Поздюнина; под ред. Яхтенфельда. – М.: Сельхозгиз, 1959. – 278 с.

169. Хорняк, М. П. Влияние агроклиматических условий на урожайность и качественные показатели коллекционных образцов сои в условиях Среднего Приамурья / М. П. Хорняк, Т. А. Асеева // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. – 2024. – № 4(236). – С. 88-97. – DOI 10.31857/S0869769824040063. – EDN IRBLSO

170. Чередниченко, А. А. Деградация почв в процессе сельскохозяйственной деятельности / А. А. Чередниченко, М. В. МIRONЧЕНКО // Актуальные проблемы использования почвенных ресурсов и пути оптимизации антропогенного воздействия на агроценозы: цифровизация, экологизация, основы органического земледелия: материалы международной научно-практической конференции :

(посвященная 181-летию Донского ГАУ), Персиановский, 23 сентября 2021 года. – Персиановский: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донской государственный аграрный университет», 2021. – С. 52-58.

171. 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.

172. Шабалкина, Н. А. Тенденции производства и использования соевых бобов в мире / Н. А. Шабалкина // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2021. – № 10(79). – С. 59-66.

173. Шабалкина, Н. А. Современные тенденции производства сои в мире и России / Н. А. Шабалкина, Е. С. Суровцева // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2022. – № 12(94). – С. 195-201.

174. Шарый, П. А. Влияние погоды и климата на урожайность сои в Амурской области / П. А. Шарый, О. В. Рухович, Л. С. Шарая // Плодородие. – 2025. – № 5(146). – С. 85-88. – DOI 10.25680/S19948603.2025.146.16. – EDN NHVQBI

175. Шатилов, И. С. Руководство по программированию урожаев / И. С. Шатилов, А. И. Столяров. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 151 с.

176. Шепель, О. Л. Зависимость хозяйственно-биологических признаков сои от гидротермических условий Среднего Приамурья / О. Л. Шепель, Т. А. Асеева, М. П. Зволимбовская // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34, № 8. – С. 16-22. – DOI 10.24411/0235-2451-2020-10802. – EDN ZCNNQT

177. Шишина, А. С. Влияние способов основной обработки почвы на засоренность и продуктивность посевов сои / А. С. Шишина, Е. В. Миронова, Л. Н. Жичкина // Новости науки в АПК. – 2019. – № 3(12). – С. 403-405.

178. Щегорец, О. В. Соеводство. Монография / О.В. Щегорец. – 2-е изд., перераб. и доп. – Краснознаменск: ООО «Типография Парадиз», 2018. – 600 с.

179. Щегорец, О. В. Амурской области 165 лет: три эпохи земледелия,

перспективы инновационного развития отрасли растениеводства / О. В. Щегорец, С. В. Адаменко // АПК России. – 2024. – Т. 31, № 4. – С. 515-526.

180. Щербакова, Т.А. Механизмы стабилизации продуктов разложения растительных остатков денсиметрическими фракциями суглинка / Т. А. Щербакова, И.И. Вишнинецкая // Почвоведение. – 2020. – № 10. – С. 1206-1219

181. Экономические пороги вредоносности сорных растений в посевах основных сельскохозяйственных культур: Рекомендации / В. А. Захаренко, Г. С. Груздев, А. В. Воеводин [и др.]. – Москва: ВО Агропромиздат, 1989. – 25 с.

182. Экономическая эффективность возделывания сорта сои Дебют с обработкой почвы и без (прямой посев) при различных нормах высева в условиях Амурской области / В. В. Гетманский, П. В. Тихончук, Е. Б. Захарова, О. В. Щегорец // Вестник КрасГАУ. – 2025. – № 12(225). – С. 44-54. – DOI 10.36718/1819-4036-2025-12-44-54. – EDN LBILKJ.

183. Эффективность и почвозащитная роль системы прямого посева на черноземах России / А. Л. Иванов, В. К. Дридигер, В. П. Белобров [и др.] // Почвоведение. – 2025. – № 9. – С. 1225-1238. – DOI 10.31857/S0032180X25090105. – EDN JBXRNA.

184. Adee, E. Tillage Study for Corn and Soybeans: Comparing Vertical, Deep, and No-Tillage / E. Adee // Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports. – 2022. – Vol. 8, No. 4.

185. Anderson, R. L. Weed management in conservation tillage systems / R. L. Anderson // Journal of Soil and Water Conservation. – 2004. – Vol. 59. – P. 12-19.

186. Assessing variation in U.S. soybean seed composition (protein and oil) / Y. Assefa, L. C. Purcell, M. Salmeron [et al.] // Frontiers in Plant Science. – 2019. – Vol. 10, no. 298. – DOI: 10.3389/fpls.2019.00298. – PMID: 30915097. – PMCID: PMC6421286

187. Chen W. Impact of no-tillage and crop residue retention on soybean root diseases and yield / W. Chen, Y. Wang, H. Zhang // Crop Protection. – 2023. – Vol. 165.

– Article 106214.

188. Could domestic soybean production avoid Europe's protein imports in 2050? / Ph. Debaeke, A. Forslund, H. Guyomard [et al.] // *Oilseeds and Fats, Crops and Lipids*. – 2022. – Vol. 29. – P. 38.

189. Dai, A. Drought Under Global Warming: A Review / A. Dai // *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*. – 2011. – Vol. 2. – PP. 45-65. – DOI: 10.1002/wcc.81.

190. Dengxing, Fan The effectiveness of mulching practices on water erosion control: A global meta-analysis / Fan Dengxing, Jia Guodong, Wang Yangyang, Yu Xinxiao // *Geoderma*. – 2023. – Vol. 438. – Art. 116643. – ISSN 0016-7061.

191. Economic performance of smallholder soya bean production in Kwara State, Nigeria / L. O. Oyenpemi, S. O. Solaja, B. O. Fadeyi [et al.] // *Open Agriculture*. – 2023. – Vol. 8, No. 1.

192. Ellert, B. H. Short-term influence of tillage on CO₂ fluxes from a semi-arid soil on the Canadian Prairies / B. H. Ellert, H. H. Janzen // *Soil Tillage Research*. – 1999. – Vol. 50. – Pp. 21-32. — DOI: 10.1016/S0167-1987(98)00188-3

193. Gautam, A. Does 46 years of conservation tillage and crop rotations change soil carbon and nitrogen distribution and storage? / A. Gautam, C. O. Anuo, E. Kladienko // *Soil and Tillage Research*. – 2025. – Vol. 254. – P. 106702

194. Gao, X. Ecosystem respiration and its components in a rainfed spring maize cropland in the Loess Plateau, China / X. Gao, X. Mei, F. Gu, et al. // *Scientific Reports*. – 2017. – Vol. 7. – Art. no. 17614. – DOI: 10.1038/s41598-017-17866-1.

195. Hutchinson, J. Some perspectives on carbon sequestration in agriculture / J. Hutchinson, C. Campbell, R. Desjardins // *Agricultural and Forest Meteorology*. – 2007. – Vol. 142. – PP. 288-302. – DOI: 10.1016/j.agrformet.2006.03.030

196. Kassam, A. Successful Experiences and Lessons from Conservation Agriculture Worldwide. *Agronomy* / A. Kassam, T. Friedrich, R. Derpsch. – 2022. – 12(4):769.

197. La soya en Ecuador: importancia y alternativas para su producción sustentable

con rentabilidad economica / H. Oyarvide, T. Arce, W. Loor, G. Quiñones // Agroalimentaria. – 2023. – Vol. 28, No. 55. – P. 19-38.

198. Lobb, David. Understanding and managing the causes of soil variability / David Lobb // Journal of Soil and Water Conservation. 66. 175A-179A. 10.2489/jswc.66.6.175A.

199. Lloyd, J. On the temperature dependence of soil respiration / J. Lloyd, J.A. Taylor // Functional Ecology. – 2012. – Vol. 83. – PP. 315–323.

200. Moro, Rosso. Vertical canopy profile and the impact of branches on soybean seed composition / L. H. Moro Rosso, A. F. de Borja Reis, I. A. Ciampitti // Frontiers in Plant Science. – 2021. – Vol. 12. – Art. No.: 725767. – DOI: 10.3389/fpls.2021.725767

201. Ordóñez, R. A. Impacts on Soybean Yield Gains in a 50-Year Experiment. Glob Chang Biol / R. A. Ordóñez, S. N. Casteel, R. H. Stevens // Climate, Rotation, and Tillage. – 2025 – №31(9): e70469. doi: 10.1111/gcb.70469

202. Restoration of the Mississippi Delta: lessons from Hurricanes Katrina and Rita / J.W. Jr. Day, D. F. Boesch, E. J. Clairain, G. P. Kemp, [et al.] // Science. – 2007. – Vol. 315, № 5819. – PP. 1679-1684. – DOI: 10.1126/science.1137030. – PMID: 17379799.

203. Rotundo, J. L. Regional and temporal variation in soybean seed protein and oil across the United States / J. L. Rotundo, J. E. Miller-Garvin, S. L. Naeve // Crop Science. – 2016. – Vol. 56. – PP. 797–808. – DOI: 10.2135/cropsci2015.06.0394

204. Rotundo, J. L. European soybean to benefit people and the environment / J. L. Rotundo, R. Marshall, R. McCormick // Scientific Reports. – 2024. – Vol. 14. – Art. № 7612.

205. Schlesinger, W. Soil Respiration and the Global Carbon Cycle / W. Schlesinger, J. Andrews // Biogeochemistry. – 2000. – Vol. 48. – PP. 7-20. – DOI: 10.1023/A%3A1006247623877

206. Sohn, S. I. Dynamics of Bacterial Community Structure in the Rhizosphere and Root Nodule of Soybean: Impacts of Growth Stages and Varieties/ S. I. Sohn, J. H. Ahn, S. Pandian // International Journal of Molecular Sciences. – 2021. – Vol. 22, iss. 11. – Art. 5577. – doi: 10.3390/ijms22115577

207. Soybeans in Mato Grosso: Production Analysis and Crop Estimation Model / A. X. De Melo, S. A. B. X. De. Melo, A. C. De. A. Giansante, D. Donaire // *Gestão & Regionalidade*. – 2023. – Vol. 39.

208. Sugiyama, A. Changes in the Bacterial Community of Soybean Rhizospheres During Growth in the Field / A. Sugiyama, Y. Ueda, T. Zushi // *PLoS ONE*. – 2014. – Vol. 9, no. 6. – P. e100709. – doi: 10.1371/journal.pone.0100709

209. Sun, B. No tillage combined with crop rotation improves soil microbial community composition and metabolic activity / B. Sun, S. Jia, S. Zhang // *Environmental Science and Pollution Research International*. – 2016. – Vol. 23. – DOI: 10.1007/s11356-015-5812-9

210. Taskinsoy, J. No Brainer, Tackle Climate Change by 2030 or Await the Doomsday by 2100 / J. Taskinsoy // *SSRN Electronic Journal*. – 2020. – PP. 1–27. – DOI: 10.2139/ssrn.3532709.

211. Teng, J. Conservation agriculture improves soil health and sustains crop yields after long-term warming / J. Teng, R. Hou, J. Dungait // *Nature Communications*. – 2024. – Vol. 15. – DOI: 10.1038/s41467-024-53169-6

212. United States Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service. Available at: https://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer/cropview/commodityView.aspx?cropid=2222000&sel_year=2023&rankby=Production [Электронный ресурс]. — Заголовок с экрана. — Доступ свободный. — Язык: англ. — Дата обращения: 2023.

213. Wu, D. Canopy microclimate and soybean disease development under different seeding rates and tillage systems / D. Wu, X. Liu, et al. // *Field Crops Research*. – 2024. – Vol. 308. – Article 109265.

214. Yu, Ch. Maladaptation of U.S. corn and soybeans to a changing climate / Ch. Yu, R. Miao, M. Khanna // *Scientific Reports*. – 2021. – Vol. 11, No. 1. – P. 1-12.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А. Условия и методика проведения исследований

Таблица А.1 – Агрометеорологические условия (метеостанция с. Ивановка)

Год	Месяц												За год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Сумма осадков, мм													
Среднемноголетнее	4	3	5	21	42	92	114	111	71	20	10	5	498
2022	1,4	2,9	9,5	25,5	78,5	79,9	58,9	133	41,6	17,5	20,4	2,7	471,8
2023	0,7	0,2	2,4	8,3	38,9	43,8	51	182,1	118	4,1	10,7	9,6	469,8
2024	4,5	5,2	9,7	24,9	58,4	52,1	74,8	65,1	31,3	9,3	61,0	5,6	401,9
Среднесуточная температура воздуха, °С													
Среднемноголетнее	-28,6	-22,3	-12,3	1,2	11,8	18,5	21,2	18,7	11,8	0,4	-14,1	-25,6	-1,6
2022	-23,2	-16,3	-6,5	3,2	11,2	19,7	23,5	18,9	12,7	2,5	-9,8	-21,3	1,2
2023	-26,7	-17,4	-5,1	3,3	12,0	18,5	22,4	20,3	12,8	5,7	-12,6	-22,5	0,9
2024	-23,2	-17,3	-7,7	5,9	11,5	18,0	23,2	20,6	13,2	2,8	-7,1	-19,5	1,7

Таблица А.2 – Схема опыта

Повтор- ность	1								2								3								4							
Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
Делянка	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	27	28	29	30	31	32

Таблица А.3 – Технологии возделывания сои в опыте

Технологическая операция	Технология	
	рекомендованная	прямой посев
Протравливание семян	Флудимакс, КС 2 л/т + Круйзер 600, КС 0,5 л/т	
Дискование, глубина 16-18 см	Lemken Rubin 12	—
Дискование, глубина 6-8 см	Lemken Rubin 9	—
Посев с внесением удобрений	AMAZONE Primera DMC 9000, N20P20S14 (сульфоаммофос 50 кг/га)	
Норма высева	Согласно схеме опыта	
Прикатывание посева	Guttler	—
Обработка гербицидом сплошного действия до появления всходов сои	—	Кайман, ВР (2 л/га)
Обработка гербицидом по двудольным сорнякам	Базагран, ВР 1,6 л/га + Тифенс, ВДГ 0,006 кг/га + Команч, КЭ 0,4 л/га	
Обработка гербицидом по однодольным сорнякам	Легат, КЭ 0,4 л/га	
Обработка фунгицидом, инсектицидом	Амистар Голд, СК 1 л/га + Клотиабет Дуо, КС 0,2 л/га	
Уборка урожая	John Deere W 540	

**Приложение Б. Агрофизические показатели плодородия лугово-
черноземовидной почвы**

Таблица Б.1 – Агрофизические показатели плодородия лугово-черноземовидной почвы (2022 год)

Слой почвы, см	Всходы сои		НСР ₀₅	После уборки сои		НСР ₀₅
	прямой посев	рекомендо- ванная технология		прямой посев	рекомендо- ванная технология	
Плотность почвы, г/см ³						
0-20	1,39	1,28	0,09	1,32	1,37	0,02
20-50	1,52	1,46	F _ф <F ₀₅	1,39	1,41	F _ф <F ₀₅
0-50	1,46	1,37	0,08	1,36	1,39	F _ф <F ₀₅
Общая пористость, % к объему почвы						
0-20	46,8	51,1	3,6	49,8	47,8	0,8
20-50	41,7	44,1	F _ф <F ₀₅	46,6	46,1	F _ф <F ₀₅
0-50	44,3	47,6	3,3	48,2	47,0	F _ф <F ₀₅
Содержание в почве воздуха, % к объему почвы, %						
0-20	6,2	13,0	4,5	12,0	7,3	3,0
20-50	5,1	7,4	F _ф <F ₀₅	9,9	11,1	F _ф <F ₀₅
0-50	5,7	10,0	2,5	10,9	9,3	F _ф <F ₀₅
Массовая влажность почвы, %						
0-20	29,4	30,2	F _ф <F ₀₅	28,6	28,7	F _ф <F ₀₅
20-50	24,4	25,3	F _ф <F ₀₅	25,5	24,4	0,3
0-50	27,0	27,8	F _ф <F ₀₅	27,1	26,6	F _ф <F ₀₅
Общие запасы влаги, мм						
0-20	81,4	76,8	F _ф <F ₀₅	74,8	78,2	F _ф <F ₀₅
20-50	111,3	110,0	F _ф <F ₀₅	106,7	102,8	F _ф <F ₀₅
0-50	192,7	186,9	F _ф <F ₀₅	181,6	181,0	F _ф <F ₀₅
Доступные запасы влаги, мм						
0-20	43,9	42,4	F _ф <F ₀₅	39,4	41,4	F _ф <F ₀₅
20-50	49,7	50,9	F _ф <F ₀₅	50,3	45,8	2,9
0-50	93,6	93,3	F _ф <F ₀₅	89,7	87,2	F _ф <F ₀₅
Капиллярная влагоемкость, % к массе абсолютно сухой почвы						
0-20	31,6	36,1	3,6	36,9	36,1	F _ф <F ₀₅
20-50	25,6	29,1	1,5	31,8	32,1	F _ф <F ₀₅
0-50	28,6	32,7	1,7	34,4	34,1	F _ф <F ₀₅

Таблица Б.2 – Агрофизические показатели плодородия лугово-черноземовидной почвы (2023 год)

Слой почвы, см	Всходы сои		НСР ₀₅	После уборки сои		НСР ₀₅
	прямой посев	рекомендо- ванная технология		прямой посев	рекомендо- ванная технология	
Плотность почвы, г/см ³						
0-20	1,28	1,30	F _ф <F ₀₅	1,29	1,37	0,05
20-50	1,49	1,54	0,03	1,43	1,42	F _ф <F ₀₅
0-50	1,37	1,42	F _ф <F ₀₅	1,36	1,40	0,02
Общая пористость, % к объему почвы						
0-20	51,3	50,3	F _ф <F ₀₅	51,0	47,7	1,8
20-50	42,8	41,1	1,3	45,3	45,4	F _ф <F ₀₅
0-50	47,1	45,7	F _ф <F ₀₅	48,2	46,6	0,9
Содержание в почве воздуха, % к объему почвы, %						
0-20	17,1	16,5	F _ф <F ₀₅	15,8	12,9	F _ф <F ₀₅
20-50	7,6	5,1	F _ф <F ₀₅	9,7	7,5	2,0
0-50	12,3	10,8	F _ф <F ₀₅	12,8	10,2	1,8
Массовая влажность почвы, %						
0-20	26,8	26,0	0,4	27,4	25,6	0,5
20-50	23,7	23,8	F _ф <F ₀₅	25,0	26,6	0,5
0-50	25,3	24,9	F _ф <F ₀₅	26,2	26,2	F _ф <F ₀₅
Общие запасы влаги, мм						
0-20	68,3	67,5	F _ф <F ₀₅	70,2	69,8	F _ф <F ₀₅
20-50	106,1	109,8	F _ф <F ₀₅	107,1	113,8	2,8
0-50	174,3	177,3	F _ф <F ₀₅	177,3	183,7	4,7
Доступные запасы влаги, мм						
0-20	33,9	32,5	F _ф <F ₀₅	35,6	32,9	1,8
20-50	45,7	47,5	F _ф <F ₀₅	49,3	56,3	2,1
0-50	79,6	80,0	F _ф <F ₀₅	84,9	89,2	3,4
Капиллярная влагоемкость, % к массе абсолютно сухой почвы						
0-20	44,6	39,4	3,6	42,0	33,7	2,9
20-50	28,5	26,6	F _ф <F ₀₅	31,5	30,6	F _ф <F ₀₅
0-50	36,1	33,0	1,5	36,8	32,2	1,9

Таблица Б.3 – Агрофизические показатели плодородия лугово-черноземовидной почвы (2024 год)

Слой почвы, см	Всходы сои		НСР ₀₅	После уборки сои		НСР ₀₅
	прямой посев	рекомендо- ванная технология		прямой посев	рекомендо- ванная технология	
Плотность почвы, г/см ³						
0-20	1,26	1,30	0,03	1,30	1,25	F _ф <F ₀₅
20-50	1,47	1,45	F _ф <F ₀₅	1,44	1,52	0,05
0-50	1,37	1,38	F _ф <F ₀₅	1,37	1,39	F _ф <F ₀₅
Общая пористость, % к объему почвы						
0-20	51,1	50,1	F _ф <F ₀₅	50,4	52,3	F _ф <F ₀₅
20-50	43,6	44,3	F _ф <F ₀₅	44,9	41,8	2,1
0-50	47,4	47,2	F _ф <F ₀₅	47,7	47,1	F _ф <F ₀₅
Содержание в почве воздуха, % к объему почвы, %						
0-20	15,9	12,2	F _ф <F ₀₅	17,8	22,4	F _ф <F ₀₅
20-50	4,9	6,8	F _ф <F ₀₅	13,7	11,7	F _ф <F ₀₅
0-50	10,3	9,5	F _ф <F ₀₅	15,7	17,1	F _ф <F ₀₅
Массовая влажность почвы, %						
0-20	30,5	29,6	F _ф <F ₀₅	25,3	24,1	0,7
20-50	26,9	25,9	0,5	21,7	19,3	0,2
0-50	28,7	27,8	0,6	23,5	21,7	0,4
Общие запасы влаги, мм						
0-20	74,8	76,4	F _ф <F ₀₅	65,4	59,6	4,3
20-50	116,7	112,8	3,8	93,6	88,3	3,6
0-50	191,6	189,3	F _ф <F ₀₅	158,9	147,9	4,9
Доступные запасы влаги, мм						
0-20	41,0	41,5	F _ф <F ₀₅	30,4	26,0	2,7
20-50	57,4	54,1	2,6	35,3	26,4	1,7
0-50	98,4	95,5	F _ф <F ₀₅	65,7	52,3	3,1
Капиллярная влагоемкость, % к массе абсолютно сухой почвы						
0-20	40,3	38,0	F _ф <F ₀₅	41,4	45,9	3,1
20-50	29,4	30,0	F _ф <F ₀₅	29,8	29,5	F _ф <F ₀₅
0-50	34,9	34,0	F _ф <F ₀₅	35,7	37,7	1,4

Таблица Б.4 – Массовая влажность почвы, % (в среднем за 2022-2024 гг.)

Слой почвы, см	Всходы сои		НСР ₀₅	После уборки сои		НСР ₀₅
	прямой посев	рекомендо- ванная технология		прямой посев	рекомендо- ванная технология	
0-20	28,9	28,6	$F_{\phi} < F_{05}$	27,1	26,1	0,6
20-50	25,0	25,0	$F_{\phi} < F_{05}$	24,0	23,4	0,4
0-50	27,0	26,8	$F_{\phi} < F_{05}$	25,6	24,8	0,5

Приложение В. Фитосанитарное состояние посевов сои

Таблица В.1 – Густота стояния растений сои (12.06.2022 г., полные всходы сои)

Технология возделывания (фактора А)	Норма высева, тыс. шт./га (фактор В)	Среднее количество растений, шт./м ²	Полевая всхожесть, %
Прямой посев	400	35,6	89,0
	500	46,8	93,6
	600	55,6	92,7
	700	63,2	90,3
Среднее для фактора А		50,3	91,4
Рекомендованная технология	400	38,0	95,0
	500	48,8	97,6
	600	58,4	97,3
	700	68,0	97,1
Среднее для фактора В		53,3	96,8

Таблица В.2 – Характеристика сорных растений, встречающихся на опытном участке (2022-2024 гг.)

Вид	Семейство	Класс	Агробиологическая группа
Коммелина обыкновенная (<i>Commelina communis</i> L.)	Коммелиновые (<i>Commelinaceae</i> R. Br.)	Однодольные (<i>Liliopsida</i>)	однолетние яровые ранние (может быть зимующим)
Пикульник обыкновенный (<i>Galeopsis tetrahit</i> L.)	Яснотковые (<i>Lamiaceae</i> Lindl.)	Двудольные (<i>Magnoliopsida</i>)	однолетние яровые ранние
Шерстяк волосистый <i>Eriochloa villosa</i> Kunth.	Мятликовые (<i>Poaceae</i> Barnh.)	Однодольные (<i>Liliopsida</i>)	однолетние поздние яровые
Марь белая (<i>Chenopodium album</i> L.)	Маревые (<i>Chenopodiaceae</i> Vent.)	Двудольные (<i>Magnoliopsida</i>)	однолетние яровые ранние
Акалифа южная (<i>Acalypha australis</i> L.)	Молочайные (<i>Euphorbiaceae</i> Juss.)	Двудольные (<i>Magnoliopsida</i>)	однолетние поздние яровые
Горец вьюнковый (<i>Polygonum convolvulus</i> L.)	Гречишные (<i>Polygonaceae</i> Juss.)	Двудольные (<i>Magnoliopsida</i>)	однолетние яровые поздние
Просо куриное (<i>Echinochloa crus-galli</i> L.)	Мятликовые (<i>Poaceae</i> Barnh.)	Однодольные (<i>Liliopsida</i>)	однолетние поздние яровые
Щирица запрокинутая (<i>Amaranthus retroflexus</i> L.)	Амарантовые (<i>Amaranthaceae</i> Juss.)	Двудольные (<i>Magnoliopsida</i>)	однолетние поздние яровые
Дурнишник обыкновенный (<i>Xanthium strumarium</i> Linn.)	Астровые (<i>Asteraceae</i> Dumort.)	Двудольные (<i>Magnoliopsida</i>)	однолетние яровые поздние
Хвощ полевой (<i>Equisetum arvense</i> L.)	Хвощевые (<i>Equisetaceae</i> Rich. ex DC.)	Хвощевые (<i>Equisetopsida</i>)	Споровые многолетние корневищные

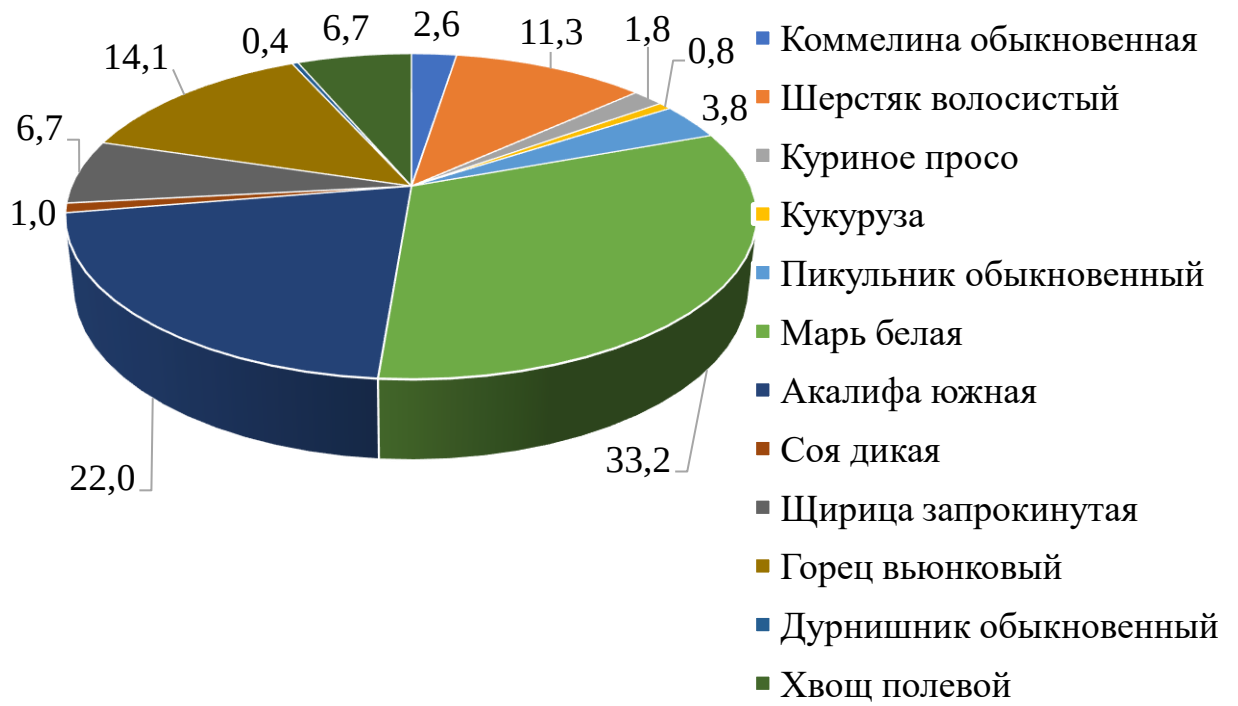


Рисунок В.3 – Видовой состав сорных растений до применения гербицидов, %
(2022 г., фаза первый тройчатый лист сои)

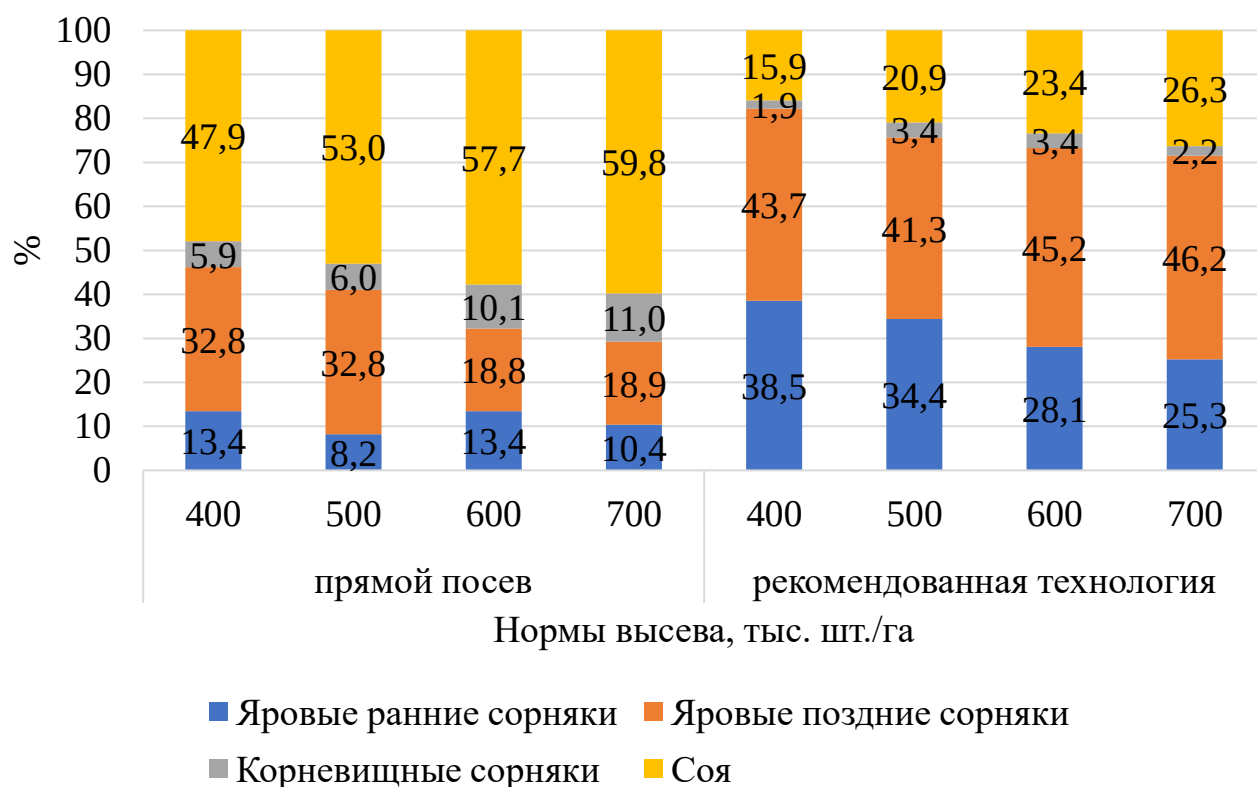


Рисунок В.4 – Соотношения количества сорных растений и сои в структуре агрофитоценоза, 2022 г. (фаза первый тройчатый лист сои, до применения гербицидов)

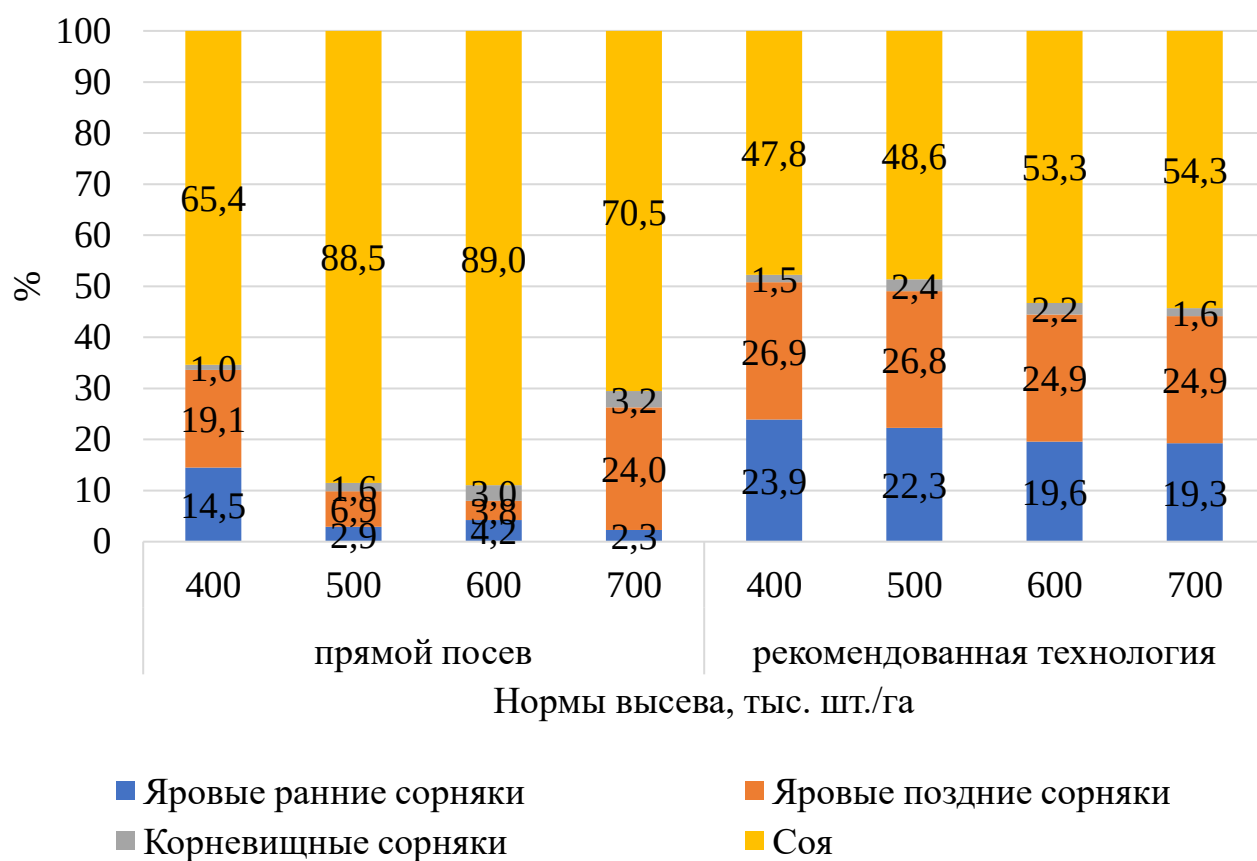


Рисунок В.5 – Соотношение массы сорных растений и сои в структуре агрофитоценоза, 2022 г. (фаза первый тройчатый лист сои, до применения гербицидов)

Таблица В.6 – Засоренность посева сои, шт./м² (2022 г., фаза образование бобов, после применения гербицидов)

Фактор А (обработка почвы)	Фактор В (норма высева, тыс./га)				Средняя по фактору А
	400	500	600	700	
Прямой посев	13,3	9,3	4,0	12,7	9,8
Рекомендованная технология	28,7	12,0	18,0	8,7	16,9
Средняя по фактору В	21,0	10,7	11,0	10,7	13,4
НСР ₀₅ для фактора А=4,6 шт./м ² , НСР ₀₅ для фактора В=6,6 шт./м ² , НСР ₀₅ для частных различий=9,3 шт./м ²					

Таблица В.7 – Доля сорняков в структуре агрофитоценоза, % к общей массе культурных и сорных растений (фаза образование бобов, после применения гербицидов)

Фактор А (обработка почвы)	Фактор В (норма высева, тыс./га)				Средняя по фактору А
	400	500	600	700	
2022 год					
Прямой посев	0,4	1,3	0,1	0,2	0,5
Рекомендованная технология	0,6	0,9	0,4	0,3	0,6
Средняя по фактору В	0,5	1,1	0,3	0,3	0,6
2023 год					
Прямой посев	4,5	3,9	1,5	2,2	3,0
Рекомендованная технология	8,6	10,0	9,2	7,1	8,7
Средняя по фактору В	6,6	7,0	5,4	4,7	5,9
2024 год					
Прямой посев	3,2	3,0	2,8	2,0	2,8
Рекомендованная технология	4,3	5,1	4,0	4,7	4,5
Средняя по фактору В	3,8	4,1	3,4	3,4	3,7
В среднем за 2022-2024 гг.					
Прямой посев	2,7	2,7	1,5	1,5	2,1
Рекомендованная технология	4,5	5,3	4,5	4,0	4,6
Средняя по фактору В	3,6	4,0	3,0	2,8	3,4

Таблица В.8 – Густота стояния растений сои (12.06.2023 г., полные всходы сои)

Технология возделывания (фактора А)	Норма высева, тыс. шт./га (фактор В)	Среднее число растений, шт./м ²	Полевая всхожесть, %
Прямой посев	400	39,2	98,0
	500	49,6	99,2
	600	58,4	97,3
	700	69,6	99,4
Среднее для фактора А		54,2	98,5
Рекомендованная технология	400	38,4	96,0
	500	48,8	97,6
	600	56,4	94,0
	700	66,8	95,4
Среднее для фактора А		52,6	95,8

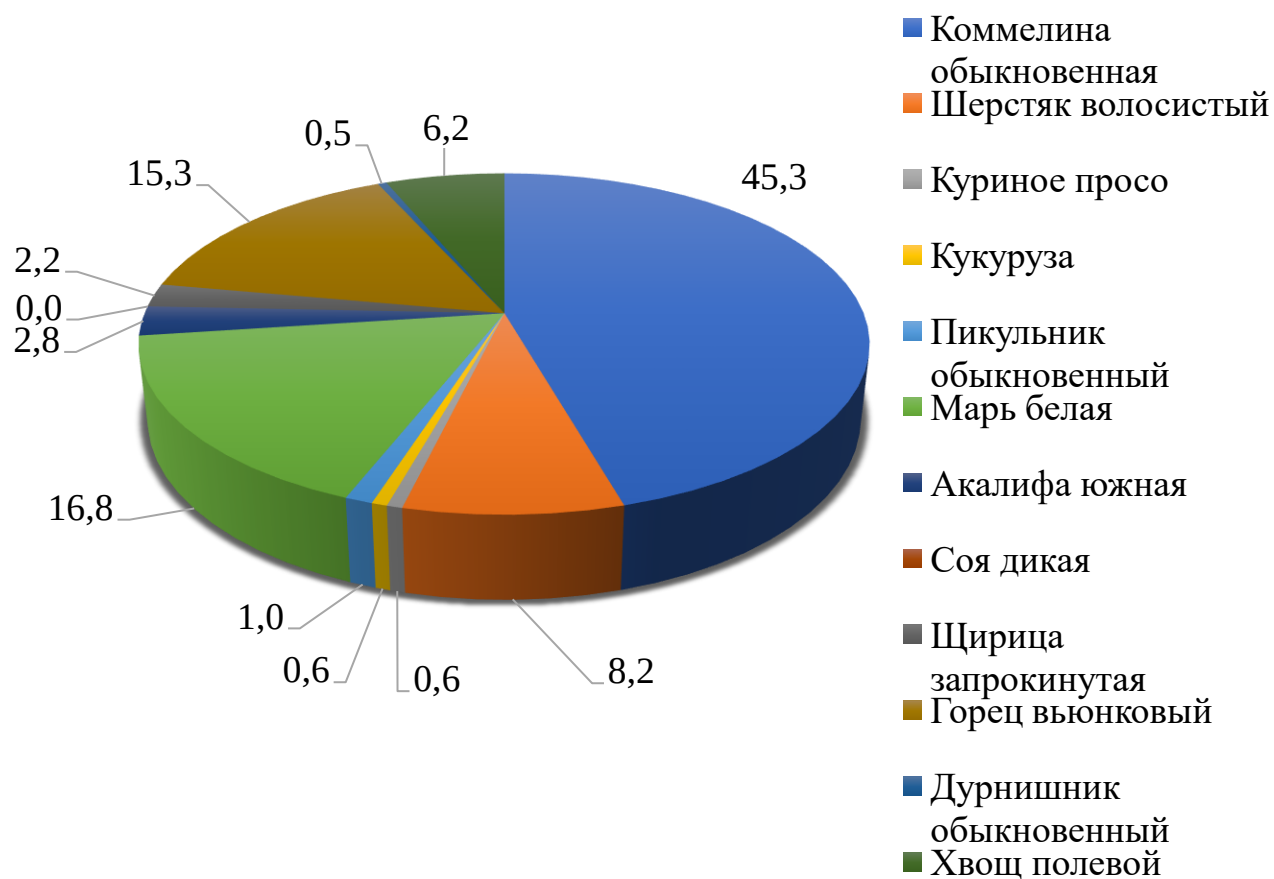


Рисунок В.9 – Видовой состав сорных растений до применения гербицидов, %
(2023 г., фаза первый тройчатый лист сои)

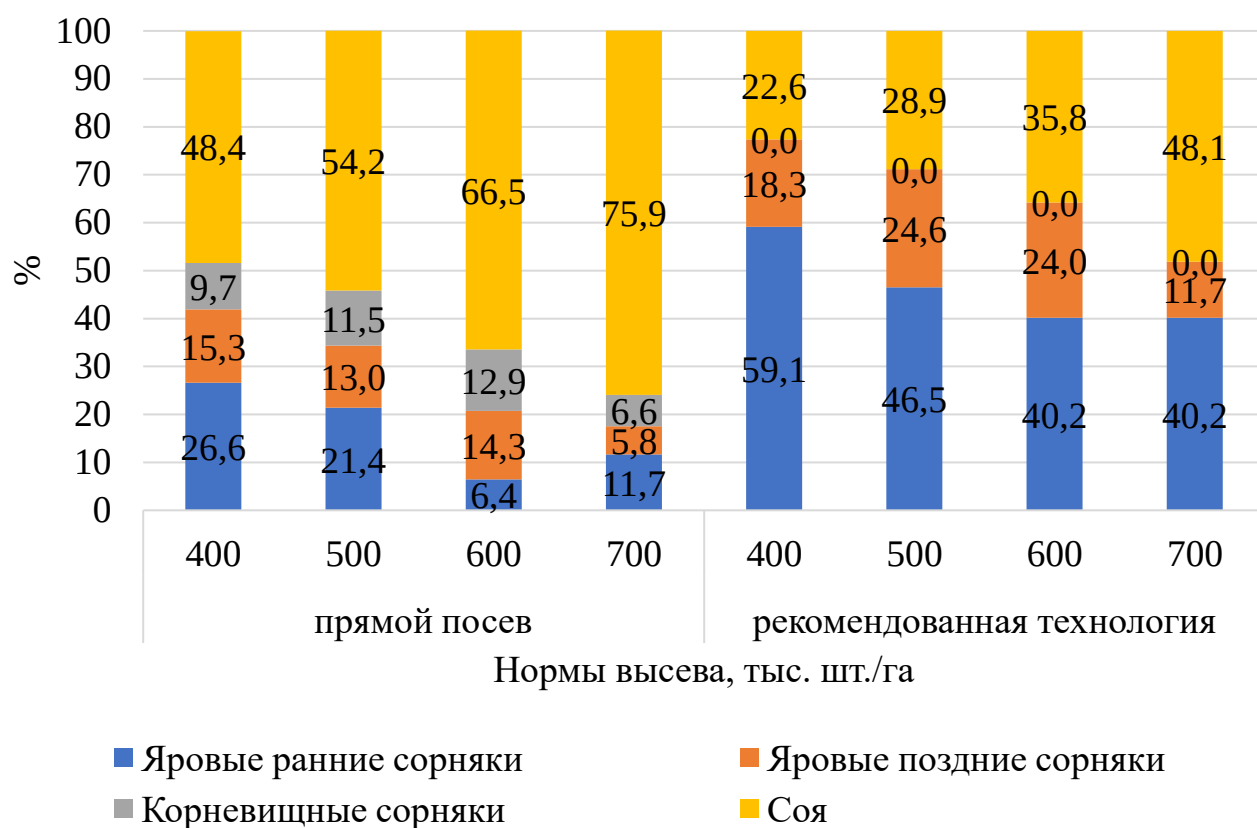
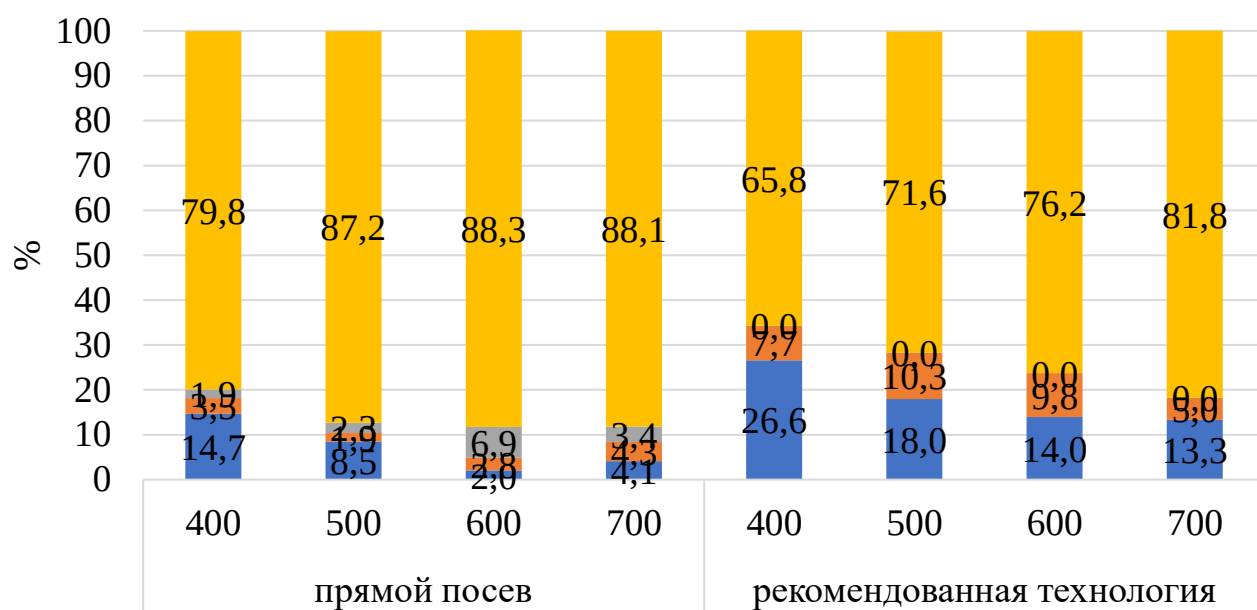


Рисунок В.10 – Соотношения количества сорных растений и сои в структуре агрофитоценоза, 2023 г. (фаза первый тройчатый лист сои, до применения гербицидов)



Нормы высева, тыс. шт./га

■ Яровые ранние сорняки

■ Яровые поздние сорняки

■ Корневищные сорняки

■ Соя

Рисунок В.11 – Соотношения массы сорных растений и сои в структуре агрофитоценоза, 2023 г. (фаза первый тройчатый лист сои, до применения гербицидов)

Таблица В.12 – Засоренность посева сои, шт./м² (05.08.2023 г., фаза образование бобов)

Фактор А (обработка почвы)	Фактор В (норма высева, тыс./га)				Средняя по фактору А
	400	500	600	700	
Прямой посев	46,0	32,7	20,7	16,0	28,9
Рекомендованная технология	108,0	92,0	75,3	51,3	81,7
Средняя по фактору В	77,0	62,4	48,0	33,7	
НСР ₀₅ для фактора А=6,3 шт./м ² , НСР ₀₅ для фактора В=9,0 шт./м ² , НСР ₀₅ для частных различий=12,7 шт./м ²					

Таблица В.13 – Густота стояния растений сои (25.06.2024 г., полные всходы сои)

Технология возделывания (фактор А)	Норма высева, тыс. шт./га (фактора В)	Среднее число растений, шт./м ²	Полевая всхожесть, %
Прямой посев	400	39,6	99,0
	500	49,2	98,4
	600	58,8	98,0
	700	68,0	97,1
Среднее для фактора А		53,9	98,1
Рекомендованная технология	400	38,0	95,0
	500	46,4	92,8
	600	56,0	93,3
	700	65,6	93,7
Среднее для фактора А		51,5	93,7

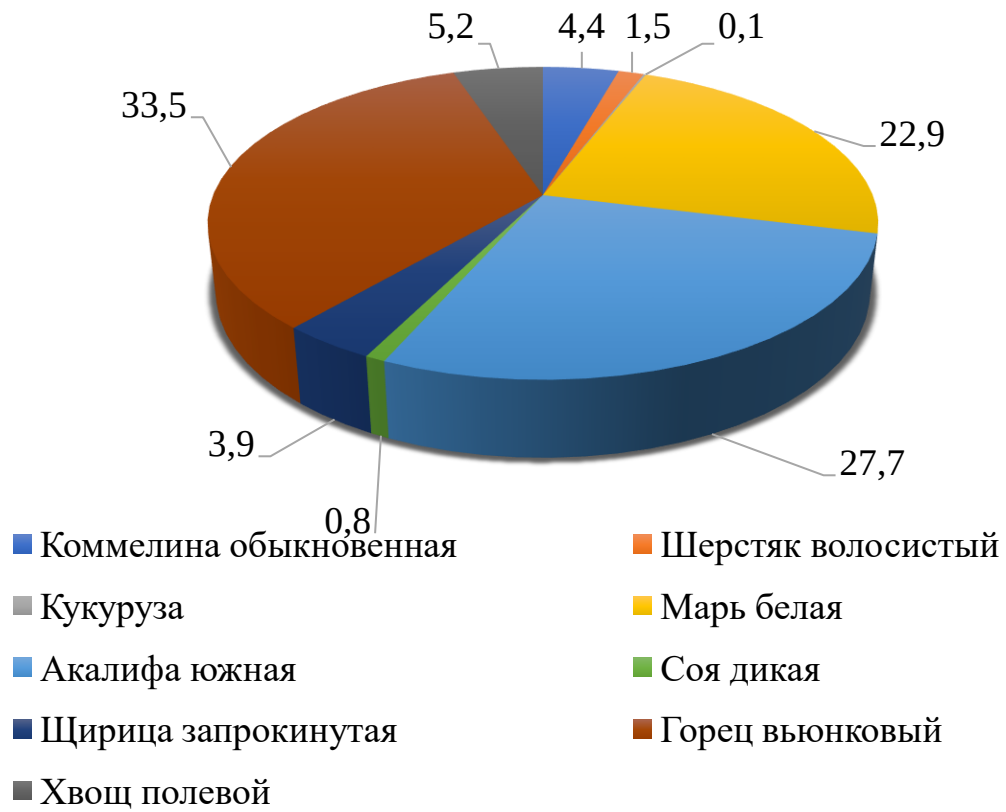


Рисунок В.14 – Видовой состав сорных растений до применения гербицидов, %
(2024 г., фаза первый тройчатый лист сои)

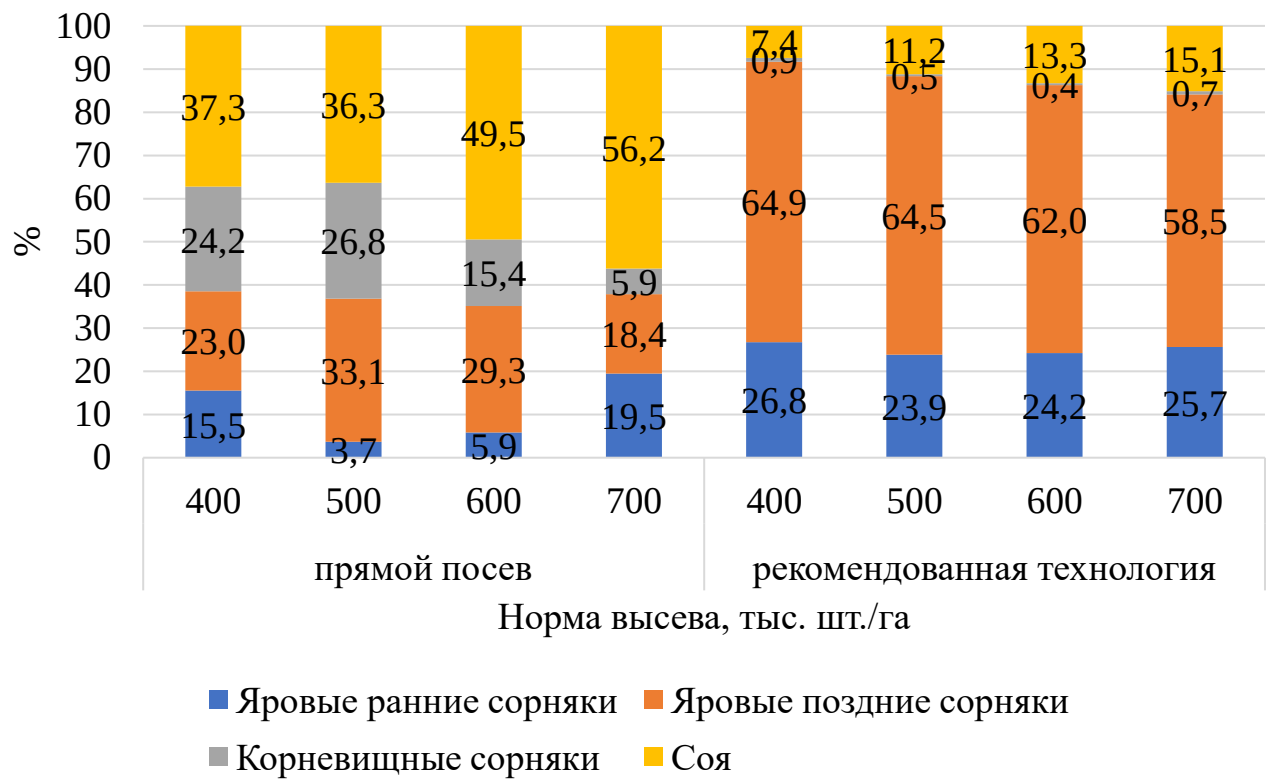


Рисунок В.15 – Соотношения количества сорных растений и сои в структуре агрофитоценоза, 2024 г. (фаза первый тройчатый лист сои, до применения гербицидов)

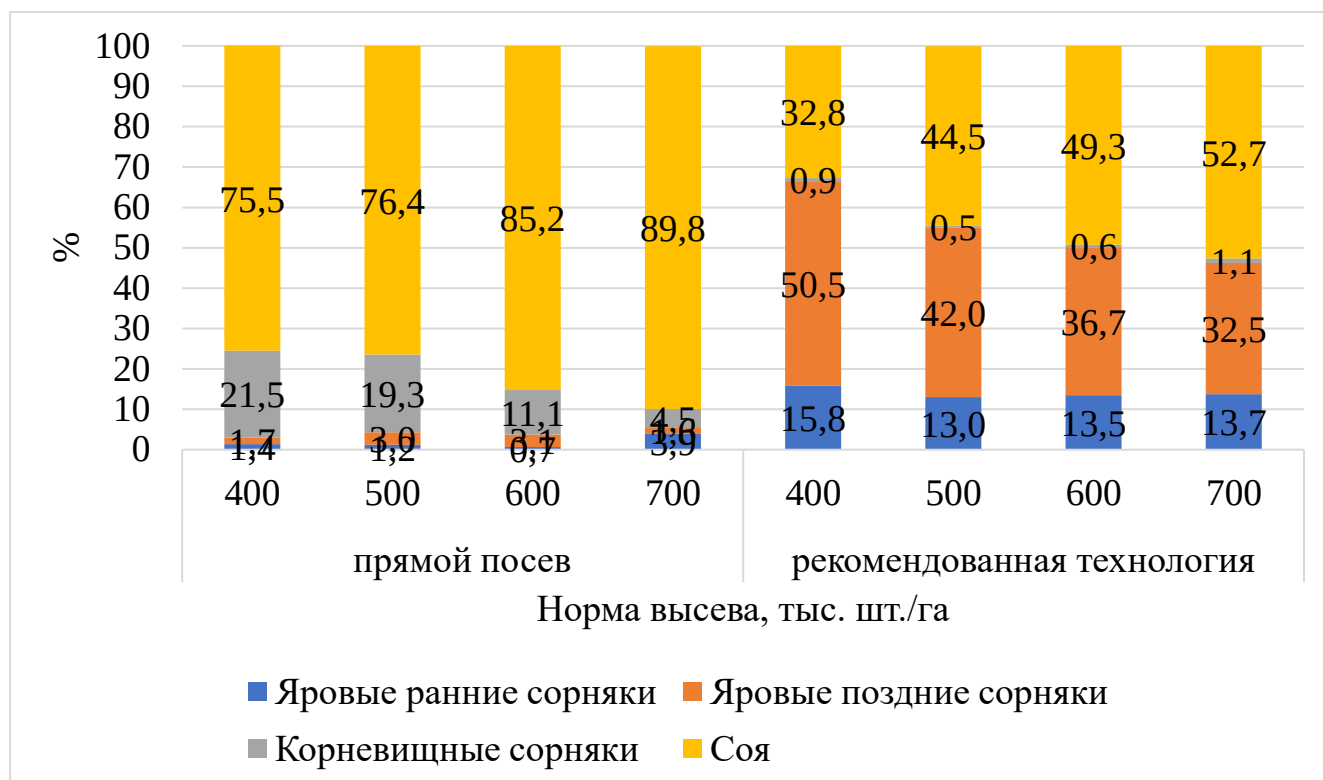


Рисунок В.16 - Соотношения массы сорных растений и сои в структуре агрофитоценоза, 2024 г. (фаза первый тройчатый лист сои, до применения гербицидов)

Таблица В.17 – Засоренность посева сои, шт./м² (07.08.2024 г., фаза образование бобов)

Фактор А (обработка почвы)	Фактор В (норма высева, тыс./га)				Средняя по фактору А
	400	500	600	700	
Прямой посев	26,0	26,0	34,7	28,7	28,8
Рекомендованная технология	35,3	36,7	37,3	44,0	38,3
Средняя по фактору В	30,7	31,4	36,0	36,4	33,6
НСР ₀₅ для фактора А=3,1 шт./м ² , НСР ₀₅ для фактора В=4,5, НСР ₀₅ для частных различий= $F_{\phi} < F_{05}$					

Таблица В.18 – Густота стояния растений сои (в среднем за 2022-2024 гг., полные всходы сои)

Технология возделывания (фактор А)	Норма высева, тыс. шт./га (фактор В)	Среднее число растений, шт./м ²	Полевая всхожесть, %
Прямой посев	400	38,1	95,3
	500	48,5	97,1
	600	57,6	96,0
	700	66,9	95,6
Среднее для фактора А		52,8	96,0
Рекомендованная технология	400	38,1	95,3
	500	48,0	96,0
	600	56,9	94,9
	700	66,8	95,4
Среднее для фактора А		52,5	95,4

Приложение Г. Фотосинтетическая деятельность сои

Таблица Г.1 – Площадь листьев, тыс. м²/га (2022 г.)

Фактор А (технология возделывания)	Фактор В (норма высева, тысяч всхожих семян на 1 га)				Средняя по фактору А
	400	500	600	700	
фаза начало цветения					
Прямой посев	4,5	4,4	7,6	8,8	6,3
Рекомендованная технология	4,8	8,3	7,3	8,2	7,1
Средняя по фактору В	4,7	6,4	7,5	8,5	6,7
НСР ₀₅ для фактора А=0,3 тыс. м ² /га, НСР ₀₅ для фактора В=0,4 тыс. м ² /га, НСР ₀₅ для частных различий=0,6 тыс. м ² /га					
фаза образование бобов					
Прямой посев	22,8	27,9	25,1	26,9	25,7
Рекомендованная технология	25,3	28,4	32,3	31,2	29,3
Средняя по фактору В	24,1	28,2	28,7	29,1	27,5
НСР ₀₅ для фактора А=2,8 тыс. м ² /га, НСР ₀₅ для фактора В= F _φ <F ₀₅ , НСР ₀₅ для частных различий= F _φ <F ₀₅					
фаза налив семян					
Прямой посев	30,5	28,0	28,7	34,4	30,4
Рекомендованная технология	27,5	28,7	28,3	33,5	29,5
Средняя по фактору В	29,0	28,4	28,5	34,0	30,0
НСР ₀₅ для фактора А=F _φ <F ₀₅ , НСР ₀₅ для фактора В=3,9 тыс. м ² /га, НСР ₀₅ для частных различий= F _φ <F ₀₅					

Таблица Г.2 – Площадь листьев, тыс. м²/га (2023 г.)

Фактор А (технология возделывания)	Фактор В (норма высева, тысяч всхожих семян на 1 га)				Средняя по фактору А
	400	500	600	700	
фаза начало цветения					
Прямой посев	4,9	5,8	8,0	9,8	7,1
Рекомендованная технология	4,9	8,3	7,2	8,2	7,1
Средняя по фактору В	4,9	7,1	7,6	9,0	7,1
НСР ₀₅ для фактора А= F _ф <F ₀₅ , НСР ₀₅ для фактора В=0,5 тыс. м²/га, НСР ₀₅ для частных различий=0,7 тыс. м²/га					
фаза образование бобов					
Прямой посев	36,8	38,4	46,9	36,8	39,7
Рекомендованная технология	30,9	35,5	33,5	32,2	33,0
Средняя по фактору В	33,9	37,0	40,2	34,5	36,4
НСР ₀₅ для фактора А=2,0 тыс. м²/га, НСР ₀₅ для фактора В=2,9 тыс. м²/га, НСР ₀₅ для частных различий=4,1 тыс. м²/га					
фаза налив семян					
Прямой посев	32,2	35,0	32,0	33,5	33,1
Рекомендованная технология	28,6	26,7	29,9	26,0	27,8
Средняя по фактору В	30,4	30,9	31,0	29,8	30,5
НСР ₀₅ для фактора А=1,4 тыс. м²/га, НСР ₀₅ для фактора В= F _ф <F ₀₅ , НСР ₀₅ для частных различий=2,8					

Таблица Г.3 – Площадь листьев, тыс. м²/га (2024 г.)

Фактор А (технология возделывания)	Фактор В (норма высева, тысяч всхожих семян на 1 га)				Средняя по фактору А
	400	500	600	700	
фаза начало цветения					
Прямой посев	7,6	9,3	9,9	11,7	9,6
Рекомендованная технология	10,9	13,5	15,2	16,7	14,1
Средняя по фактору В	9,3	11,4	12,6	14,2	11,9
НСР ₀₅ для фактора А=0,3 тыс. м ² /га, НСР ₀₅ для фактора В=0,5 тыс. м ² /га, НСР ₀₅ для частных различий=0,7 тыс. м ² /га					
фаза образование бобов					
Прямой посев	31,8	33,3	40,2	31,1	34,1
Рекомендованная технология	26,4	29,3	29,4	27,3	28,1
Средняя по фактору В	29,1	31,3	34,8	29,2	31,1
НСР ₀₅ для фактора А=1,7 тыс. м ² /га, НСР ₀₅ для фактора В=2,4 тыс. м ² /га, НСР ₀₅ для частных различий=3,4 тыс. м ² /га					
фаза налив семян					
Прямой посев	30,0	32,0	29,7	30,2	30,5
Рекомендованная технология	26,6	24,9	27,6	23,8	25,7
Средняя по фактору В	28,3	28,5	28,7	27,0	28,1
НСР ₀₅ для фактора А=1,2 тыс. м ² /га, НСР ₀₅ для фактора В= F _φ <F ₀₅ , НСР ₀₅ для частных различий=2,4 тыс. м ² /га					

Таблица Г.4 – Фотосинтетический потенциал, тыс. м²×дней/га (2022 г.)

Фактор А (технология возделывания)	Фактор В (норма высева, тысяч всхожих семян на 1 га)				Средняя по фактору А
	400	500	600	700	
всходы – начало цветения					
Прямой посев	53	53	90	105	76
Рекомендованная технология	58	100	88	98	86
Средняя по фактору В	56	77	89	102	81
НСР ₀₅ для фактора А=3,7 тыс. м ² ×дней/га, НСР ₀₅ для фактора В=5,2 тыс. м ² ×дней/га, НСР ₀₅ для частных различий=7,3 тыс. м ² ×дней/га					
начало цветения-образование бобов					
Прямой посев	490	583	586	641	575
Рекомендованная технология	542	636	712	715	651
Средняя по фактору В	516	610	649	678	613
НСР ₀₅ для фактора А=51,7 тыс. м ² ×дней/га, НСР ₀₅ для фактора В=73,2 тыс. м ² ×дней/га, НСР ₀₅ для частных различий= F _ф <F ₀₅					
образование бобов-налив семян					
Прямой посев	373	392	376	429	392
Рекомендованная технология	370	390	424	455	410
Средняя по фактору В	372	391	400	442	401
НСР ₀₅ для фактора А= F _ф <F ₀₅ , НСР ₀₅ для фактора В=44,0 тыс. м ² ×дней/га, НСР ₀₅ для частных различий= F _ф <F ₀₅					
налив семян-полный налив					
Прямой посев	244	224	230	275	243
Рекомендованная технология	220	230	226	268	236
Средняя по фактору В	232	227	228	272	240
НСР ₀₅ для фактора А= F _ф <F ₀₅ , НСР ₀₅ для фактора В=31,2 тыс. м ² ×дней/га, НСР ₀₅ для частных различий= F _ф <F ₀₅					
за период вегетации сои					
Прямой посев	1195	1252	1307	1505	1286
Рекомендованная технология	1168	1355	1451	1441	1383
Средняя по фактору В	1175	1304	1367	1494	1335
НСР ₀₅ для фактора А=95 тыс. м ² ×дней/га, НСР ₀₅ для фактора В=134 тыс. м ² ×дней/га, НСР ₀₅ для частных различий= F _ф <F ₀₅					

Таблица Г.5 – Фотосинтетический потенциал (2023 год), тыс. м²×дней/га

Фактор А (технология возделывания)	Фактор В (норма высева, тысяч всхожих семян на 1 га)				Средняя по фактору А
	400	500	600	700	
всходы-начало цветения					
Прямой посев	73	87	119	147	107
Рекомендованная технология	74	124	107	123	107
Средняя по фактору В	74	106	113	135	107
НСР ₀₅ для фактора А= F _ф <F ₀₅ , НСР ₀₅ для фактора В=7,8 тыс. м ² ×дней/га, НСР ₀₅ для частных различий=11,1 тыс. м ² ×дней/га					
начало цветения-образование бобов					
Прямой посев	624	663	823	699	702
Рекомендованная технология	538	657	610	605	603
Средняя по фактору В	581	660	717	652	653
НСР ₀₅ для фактора А=32,3 тыс. м ² ×дней/га, НСР ₀₅ для фактора В=45,7 тыс. м ² ×дней/га, НСР ₀₅ для частных различий=64,6 тыс. м ² ×дней/га					
образование бобов-налив семян					
Прямой посев	690	734	789	702	729
Рекомендованная технология	595	622	634	581	608
Средняя по фактору В	643	678	712	642	669
НСР ₀₅ для фактора А=27,5 тыс. м ² ×дней/га, НСР ₀₅ для фактора В=38,9 тыс. м ² ×дней/га, НСР ₀₅ для частных различий= F _ф <F ₀₅					
налив семян-полный налив					
Прямой посев	258	280	256	268	265
Рекомендованная технология	229	213	239	208	222
Средняя по фактору В	244	247	248	238	244
НСР ₀₅ для фактора А=11,2 тыс. м ² ×дней/га, НСР ₀₅ для фактора В= F _ф <F ₀₅ , НСР ₀₅ для частных различий=22,5 тыс. м ² ×дней/га					
за период вегетации сои					
Прямой посев	1645	1763	1987	1816	1802
Рекомендованная технология	1436	1617	1590	1518	1540
Средняя по фактору В	1541	1690	1789	1667	1671
НСР ₀₅ для фактора А=63,5 тыс. м ² ×дней/га, НСР ₀₅ для фактора В=89,9 тыс. м ² ×дней/га, НСР ₀₅ для частных различий=127,1 тыс. м ² ×дней/га					

Таблица Г.6 – Фотосинтетический потенциал (2024 год), тыс. м²×дней/га

Фактор А (технология возделывания)	Фактор В (норма высева, тысяч всхожих семян на 1 га)				Средняя по фактору А
	400	500	600	700	
всходы-начало цветения					
Прямой посев	114	138	149	176	144
Рекомендованная технология	164	202	227	226	205
Средняя по фактору В	139	170	188	201	175
НСР ₀₅ для фактора А=12,1, НСР ₀₅ для фактора В=17,1 тыс. м ² ×дней/га, НСР ₀₅ для частных различий= F _φ <F ₀₅					
начало цветения-образование бобов					
Прямой посев	571	616	727	620	633
Рекомендованная технология	541	620	645	638	611
Средняя по фактору В	556	618	686	629	622
НСР ₀₅ для фактора А= F _φ <F ₀₅ , НСР ₀₅ для фактора В=35,2 тыс. м ² ×дней/га, НСР ₀₅ для частных различий=49,9 тыс. м ² ×дней/га					
образование бобов-налив семян					
Прямой посев	556	588	629	551	581
Рекомендованная технология	477	488	513	459	484
Средняя по фактору В	517	538	571	505	533
НСР ₀₅ для фактора А=17,7 тыс. м ² ×дней/га, НСР ₀₅ для фактора В=25,1 тыс. м ² ×дней/га, НСР ₀₅ для частных различий= F _φ <F ₀₅					
налив семян-полный налив					
Прямой посев	241	256	238	242	244
Рекомендованная технология	213	200	221	191	206
Средняя по фактору В	227	228	230	217	225
НСР ₀₅ для фактора А=9,8 тыс. м ² ×дней/га, НСР ₀₅ для фактора В= F _φ <F ₀₅ , НСР ₀₅ для частных различий=19,7 тыс. м ² ×дней/га					
за период вегетации сои					
Прямой посев	1482	1598	1742	1588	1602
Рекомендованная технология	1394	1509	1605	1539	1512
Средняя по фактору В	1438	1554	1674	1564	1557
НСР ₀₅ для фактора А=43,0 тыс. м ² ×дней/га, НСР ₀₅ для фактора В=60,7 тыс. м ² ×дней/га, НСР ₀₅ для частных различий= F _φ <F ₀₅					

Таблица Г.7 – Фотосинтетический потенциал за весь период вегетации сои (в среднем за 2022-20224 гг.), тыс. м²×дней/га

Фактор А (технология возделывания)	Фактор В (норма высева, тысяч всхожих семян на 1 га)				Средняя по фактору А
	400	500	600	700	
Прямой посев	1404	1508	1637	1621	1542
Рекомендованная технология	1314	1481	1521	1521	1459
Средняя по фактору В	1359	1495	1579	1571	1501
НСР ₀₅ для фактора А=57,4 тыс. м ² ×дней/га, НСР ₀₅ для фактора В=81,2 тыс. м ² ×дней/га, НСР ₀₅ для частных различий= F _ф <F ₀₅					

Таблица Г.8 – Чистая продуктивность фотосинтеза в среднем за период начало цветения – налив бобов, г/м²×сутки

Фактор А (технология возделывания)	Фактор В (норма высева, тысяч всхожих семян на 1 га)				Средняя по фактору А
	400	500	600	700	
2022 год					
Прямой посев	7,6	6,9	6,9	7,7	7,3
Рекомендованная технология	7,6	6,0	6,3	8,0	7,0
Средняя по фактору В	7,6	6,5	6,6	7,9	7,2
НСР ₀₅ для фактора А=F _ф <F ₀₅ , НСР ₀₅ для фактора В=0,8 г/м ² ×сутки, НСР ₀₅ для частных различий= F _ф <F ₀₅					
2023 год					
Прямой посев	5,6	6,3	5,0	5,3	5,6
Рекомендованная технология	5,9	5,7	6,7	4,8	5,8
Средняя по фактору В	5,8	6,0	5,9	5,1	5,7
НСР ₀₅ для фактора А=F _ф <F ₀₅ , НСР ₀₅ для фактора В=0,3 г/м ² ×сутки, НСР ₀₅ для частных различий=0,4 г/м ² ×сутки					
2024 год					
Прямой посев	5,3	5,9	5,0	5,4	5,4
Рекомендованная технология	5,0	5,6	5,9	4,1	5,1
Средняя по фактору В	5,2	5,8	5,5	5,3	5,3
НСР ₀₅ для фактора А=F _ф <F ₀₅ , НСР ₀₅ для фактора В=0,36 г/м ² ×сутки, НСР ₀₅ для частных различий=0,5 г/м ² ×сутки					
в среднем за 2022-2024 гг.					
Прямой посев	6,5	6,7	5,9	6,4	6,4
Рекомендованная технология	6,7	5,9	6,6	6,2	6,3
Средняя по фактору В	6,5	6,3	6,3	6,3	6,4
НСР ₀₅ для фактора А=F _ф <F ₀₅ , НСР ₀₅ для фактора В= F _ф <F ₀₅ , НСР ₀₅ для частных различий= F _ф <F ₀₅					

Приложение Д. Симбиотическая активность сои

Таблица Д.1 – Масса клубеньков (фаза начало цветения), г на растение

Норма высева, тыс. шт./га (фактор В)	2022 год	2023 год	2024 год
Прямой посев (фактор А)			
400	$\frac{0,63}{0,35}$ *	$\frac{0,63}{0,35}$	$\frac{0,25}{0,13}$
500	$\frac{0,47}{0,34}$	$\frac{0,56}{0,38}$	$\frac{0,22}{0,11}$
600	$\frac{0,53}{0,37}$	$\frac{0,53}{0,38}$	$\frac{0,18}{0,09}$
700	$\frac{0,61}{0,36}$	$\frac{0,62}{0,37}$	$\frac{0,17}{0,08}$
Средняя по фактору А	$\frac{0,56}{0,36}$	$\frac{0,58}{0,37}$	$\frac{0,21}{0,10}$
Рекомендованная технология (фактор А)			
400	$\frac{0,61}{0,36}$	$\frac{0,63}{0,37}$	$\frac{0,26}{0,13}$
500	$\frac{0,60}{0,36}$	$\frac{0,59}{0,37}$	$\frac{0,24}{0,12}$
600	$\frac{0,45}{0,28}$	$\frac{0,45}{0,28}$	$\frac{0,19}{0,10}$
700	$\frac{0,56}{0,28}$	$\frac{0,58}{0,28}$	$\frac{0,17}{0,08}$
Средняя по фактору А	$\frac{0,55}{0,32}$	$\frac{0,56}{0,32}$	$\frac{0,21}{0,11}$
НСР ₀₅ для фактора А	$\frac{F_{\phi} < F_{05}}{0,02}$	$\frac{F_{\phi} < F_{05}}{0,02}$	$\frac{F_{\phi} < F_{05}}{0,002}$
НСР ₀₅ для фактора В	$\frac{0,04}{0,03}$	$\frac{0,05}{0,03}$	$\frac{0,004}{0,004}$
НСР ₀₅ для частных различий	$\frac{0,06}{0,04}$	$\frac{F_{\phi} < F_{05}}{0,04}$	$\frac{0,006}{F_{\phi} < F_{05}}$

*числитель – сырая масса, знаменатель – сухая масса

Таблица Д.2 – Масса клубеньков (фаза начало цветения), кг/га

Норма высева, тыс. шт./га (фактор В)	2022 год	2023 год	2024 год
Прямой посев (фактор А)			
400	$\frac{223}{125}^*$	$\frac{245}{137}$	$\frac{101}{50}$
500	$\frac{221}{159}$	$\frac{276}{189}$	$\frac{110}{55}$
600	$\frac{294}{208}$	$\frac{311}{220}$	$\frac{107}{53}$
700	$\frac{383}{226}$	$\frac{432}{255}$	$\frac{114}{57}$
Средняя по фактору А	$\frac{280}{180}$	$\frac{316}{200}$	$\frac{108}{54}$
Рекомендованная технология (фактор А)			
400	$\frac{231}{136}$	$\frac{241}{140}$	$\frac{100}{50}$
500	$\frac{290}{176}$	$\frac{289}{178}$	$\frac{109}{54}$
600	$\frac{263}{166}$	$\frac{256}{162}$	$\frac{108}{53}$
700	$\frac{382}{186}$	$\frac{384}{186}$	$\frac{108}{54}$
Средняя по фактору А	$\frac{298}{166}$	$\frac{293}{167}$	$\frac{106}{53}$
НСР ₀₅ для фактора А	$\frac{F_{\phi} < F_{05}}{12,3}$	$\frac{17}{10}$	$\frac{1,7}{F_{\phi} < F_{05}}$
НСР ₀₅ для фактора В	$\frac{26,8}{17,5}$	$\frac{24}{14}$	$\frac{2,4}{1,3}$
НСР ₀₅ для частных различий	$\frac{38,0}{24,7}$	$\frac{34}{20}$	$\frac{3,4}{1,8}$

*числитель – сырая масса, знаменатель – сухая масса

Таблица Д.3 – Масса клубеньков (фаза образование бобов), г на растение

Норма высева, тыс. шт./га (фактор В)	2022 год	2023 год	2024 год
Прямой посев (фактор А)			
400	1,23	0,58	0,40
	0,53	0,25	0,17
500	1,17	0,54	0,39
	0,47	0,22	0,15
600	1,12	0,57	0,38
	0,52	0,26	0,18
700	1,30	0,62	0,43
	0,66	0,31	0,22
Средняя по фактору А	1,21	0,58	0,40
	0,54	0,26	0,18
Рекомендованная технология (фактор А)			
400	1,24	0,60	0,41
	0,66	0,32	0,22
500	1,63	0,63	0,44
	1,01	0,39	0,27
600	1,00	0,48	0,34
	0,43	0,21	0,15
700	0,65	0,29	0,20
	0,30	0,13	0,10
Средняя по фактору А	1,13	0,50	0,35
	0,60	0,26	0,18
НСР ₀₅ для фактора А	0,06	0,02	0,02
	0,03	$F\phi < F_{05}$	$F\phi < F_{05}$
НСР ₀₅ для фактора В	0,09	0,03	0,02
	0,05	0,02	0,01
НСР ₀₅ для частных различий	0,13	0,04	0,03
	0,07	0,03	0,02

числитель – сырая масса, знаменатель – сухая масса

Таблица Д.4 – Масса клубеньков (фаза образование бобов), кг/га

Норма высева, тыс. шт./га (фактор В)	2022 год	2023 год	2024 год
Прямой посев (фактор А)			
400	$\frac{437}{187}$	$\frac{227}{97}$	$\frac{158}{68}$
500	$\frac{550}{219}$	$\frac{270}{107}$	$\frac{190}{75}$
600	$\frac{622}{290}$	$\frac{328}{153}$	$\frac{226}{106}$
700	$\frac{821}{414}$	$\frac{430}{218}$	$\frac{292}{147}$
Средняя по фактору А	$\frac{607}{278}$	$\frac{314}{144}$	$\frac{216}{99}$
Рекомендованная технология (фактор А)			
400	$\frac{473}{250}$	$\frac{229}{121}$	$\frac{158}{83}$
500	$\frac{796}{495}$	$\frac{309}{192}$	$\frac{204}{126}$
600	$\frac{581}{250}$	$\frac{272}{117}$	$\frac{192}{84}$
700	$\frac{442}{205}$	$\frac{191}{89}$	$\frac{131}{60}$
Средняя по фактору А	$\frac{573}{300}$	$\frac{250}{130}$	$\frac{171}{88}$
НСР ₀₅ для фактора А	$\frac{F\phi < F05}{19,5}$	$\frac{12}{7}$	$\frac{8,6}{4,9}$
НСР ₀₅ для фактора В	$\frac{50}{27,6}$	$\frac{17}{10}$	$\frac{12,1}{7}$
НСР ₀₅ для частных различий	$\frac{72}{39}$	$\frac{25}{14}$	$\frac{17,1}{9,9}$

числитель – сырая масса, знаменатель – сухая масса

Таблица Д.5 – Масса клубеньков (фаза налив семян), г на растение

Норма высева, тыс. шт./га (фактор В)	2022 год	2023 год	2024 год
Прямой посев (фактор А)			
400	$\frac{1,38}{0,50}$	$\frac{1,92}{0,88}$	$\frac{1,68}{0,72}$
500	$\frac{1,61}{0,49}$	$\frac{1,82}{0,84}$	$\frac{1,53}{0,69}$
600	$\frac{1,23}{0,37}$	$\frac{1,68}{0,88}$	$\frac{1,39}{0,72}$
700	$\frac{1,36}{0,42}$	$\frac{1,48}{0,70}$	$\frac{1,18}{0,53}$
Средняя по фактору А	$\frac{1,39}{0,44}$	$\frac{1,72}{0,82}$	$\frac{1,45}{0,66}$
Рекомендованная технология (фактор А)			
400	$\frac{1,32}{0,50}$	$\frac{1,85}{0,79}$	$\frac{1,64}{0,69}$
500	$\frac{1,14}{0,30}$	$\frac{1,56}{0,67}$	$\frac{1,48}{0,62}$
600	$\frac{1,10}{0,31}$	$\frac{1,59}{0,84}$	$\frac{1,39}{0,72}$
700	$\frac{1,37}{0,54}$	$\frac{1,29}{0,60}$	$\frac{1,14}{0,53}$
Средняя по фактору А	$\frac{1,23}{0,41}$	$\frac{1,58}{0,72}$	$\frac{1,41}{0,64}$
НСР ₀₅ для фактора А	$\frac{0,06}{0,02}$	$\frac{0,07}{0,04}$	$\frac{F\phi < F05}{F\phi < F05}$
НСР ₀₅ для фактора В	$\frac{0,08}{0,03}$	$\frac{0,09}{0,06}$	$\frac{0,05}{0,04}$
НСР ₀₅ для частных различий	$\frac{0,12}{0,04}$	$\frac{F\phi < F05}{F\phi < F05}$	$\frac{F\phi < F05}{F\phi < F05}$

числитель – сырая масса, знаменатель – сухая масса

Таблица Д.6 – Масса клубеньков (фаза налив семян), кг/га

Норма высева, тыс. шт./га (фактор В)	2022 год	2023 год	2024 год
Прямой посев (фактор А)			
400	$\frac{491}{179}$	$\frac{751}{343}$	$\frac{666}{285}$
500	$\frac{751}{227}$	$\frac{901}{422}$	$\frac{754}{339}$
600	$\frac{686}{207}$	$\frac{979}{512}$	$\frac{818}{426}$
700	$\frac{816}{250}$	$\frac{1028}{485}$	$\frac{802}{358}$
Средняя по фактору А	$\frac{686}{216}$	$\frac{915}{440}$	$\frac{760}{352}$
Рекомендованная технология (фактор А)			
400	$\frac{500}{191}$	$\frac{712}{302}$	$\frac{624}{263}$
500	$\frac{557}{147}$	$\frac{762}{325}$	$\frac{683}{288}$
600	$\frac{646}{179}$	$\frac{899}{471}$	$\frac{779}{402}$
700	$\frac{933}{364}$	$\frac{864}{400}$	$\frac{749}{344}$
Средняя по фактору А	$\frac{659}{220}$	$\frac{809}{374}$	$\frac{709}{324}$
НСР ₀₅ для фактора А	$\frac{F\phi < F05}{F\phi < F05}$	$\frac{39}{22}$	$\frac{24}{16}$
НСР ₀₅ для фактора В	$\frac{50}{21}$	$\frac{55}{31}$	$\frac{34}{22}$
НСР ₀₅ для частных различий	$\frac{77}{29}$	$\frac{F\phi < F05}{F\phi < F05}$	$\frac{F\phi < F05}{F\phi < F05}$

числитель – сырая масса, знаменатель – сухая масса

Приложение Е. Структура урожая сои

Таблица Е.1 – Высота растений, см

Фактор А (технология возделывания)	Фактор В (норма высева, тысяч всхожих семян на 1 га)				Средняя по фактору А
	400	500	600	700	
2022 год					
Прямой посев	84,1	85,0	93,8	92,9	88,9
Рекомендованная технология	90,8	91,3	92,8	92,6	91,9
Средняя по фактору В	87,5	88,2	93,3	92,8	90,4
НСР ₀₅ для фактора А=2,0 см, НСР ₀₅ для фактора В=4,0 см, НСР ₀₅ для частных различий=2,8 см					
2023 год					
Прямой посев	72,7	76,5	78,5	80,1	77,0
Рекомендованная технология	75,4	77,6	85,6	86,5	81,3
Средняя по фактору В	74,1	77,1	82,1	83,3	79,2
НСР ₀₅ для фактора А=1,6 см, НСР ₀₅ для фактора В=2,2 см, НСР ₀₅ для частных различий=3,2 см					
2024 год					
Прямой посев	85,2	82,0	84,2	85,2	83,3
Рекомендованная технология	86,5	88,2	91,2	92,6	89,6
Средняя по фактору В	85,9	85,1	87,7	88,9	86,5
НСР ₀₅ для фактора А=4,5 см, НСР ₀₅ для фактора В= F _φ <F ₀₅ , НСР ₀₅ для частных различий= F _φ <F ₀₅					

Таблица Е.2 – Высота прикрепления нижнего боба, см

Фактор А (технология возделывания)	Фактор В (норма высева, тысяч всхожих семян на 1 га)				Средняя по фактору А
	400	500	600	700	
2022 год					
Прямой посев	14,9	17,1	18,3	19,4	17,4
Рекомендованная технология	20,9	21,2	22,6	23,0	21,9
Средняя по фактору В	17,9	19,2	20,5	21,2	19,7
НСР ₀₅ для фактора А = 1,4 см, НСР ₀₅ для фактора В = 2,7 см, НСР ₀₅ для частных различий = 1,9 см					
2023 год					
Прямой посев	14,8	16,0	16,9	19,0	16,7
Рекомендованная технология	19,4	19,6	21,4	21,6	20,5
Средняя по фактору В	17,1	17,8	19,2	20,3	18,6
НСР ₀₅ для фактора А=1,5 см, НСР ₀₅ для фактора В=2,1 см, НСР ₀₅ для частных различий=2,9 см					
2024 год					
Прямой посев	19,7	20,1	21,2	20,8	20,5
Рекомендованная технология	19,4	21,9	22,7	23,0	21,8
Средняя по фактору В	19,6	21,0	22,0	21,9	21,2
НСР ₀₅ для фактора А = F _φ <F ₀₅ , НСР ₀₅ для фактора В = F _φ <F ₀₅ , НСР ₀₅ для частных различий = F _φ <F ₀₅					
в среднем за 2022-2024 гг.					
Прямой посев	16,5	17,7	18,8	21,1	18,5
Рекомендованная технология	19,9	20,9	22,2	22,5	21,4
Средняя по фактору В	18,2	19,3	20,5	21,8	20,0
НСР ₀₅ для фактора А = 1,0 см, НСР ₀₅ для фактора В = 1,4 см, НСР ₀₅ для частных различий = F _φ <F ₀₅					

Таблица Е.3 – Количественные показатели растений сои в зависимости технологии возделывания и нормы высева (2022 г.)

Норма высева, тыс. шт./га (фактор В)	Количество бобов, шт. на одно растение	Количество семян, шт. на одно растение
Прямой посев (фактор А)		
400	23,1	48,4
500	18,0	37,5
600	15,2	32,2
700	14,1	29,2
Средняя по фактору А	17,6	36,9
Рекомендованная технология (фактор А)		
400	20,8	44,0
500	16,7	34,4
600	14,3	29,8
700	12,1	24,9
Средняя по фактору А	16,0	33,3
НСР ₀₅ для фактора А	1,4	2,8
НСР ₀₅ для фактора В	1,9	3,9
НСР ₀₅ для частных различий	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$

Таблица Е.4 – Количественные показатели растений сои в зависимости технологии возделывания и нормы высева (2023 г.)

Норма высева, тыс. шт./га (фактор В)	Количество бобов, шт. на одно растение	Количество семян, шт. на одно растение
Прямой посев (фактор А)		
400	23,7	46,0
500	18,5	38,4
600	16,0	33,1
700	13,3	26,8
Средняя по фактору А	17,9	36,1
Рекомендованная технология (фактор А)		
400	21,9	43,2
500	18,5	37,2
600	15,5	31,4
700	12,8	25,9
Средняя по фактору А	17,2	34,4
НСР ₀₅ для фактора А	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$
НСР ₀₅ для фактора В	1,4	2,6
НСР ₀₅ для частных различий	1,9	$F_{\phi} < F_{05}$

Таблица Е.5 – Количественные показатели растений сои в зависимости технологии возделывания и нормы высева (2024 г.)

Норма высева, тыс. шт./га (фактор В)	Количество бобов, шт. на одно растение	Количество семян, шт. на одно растение
Прямой посев (фактор А)		
400	16,4	35,4
500	14,3	29,6
600	12,2	25,3
700	10,6	20,8
Средняя по фактору А	13,4	27,8
Рекомендованная технология (фактор А)		
400	16,3	33,2
500	14,3	29,5
600	11,8	24,6
700	10,0	20,0
Средняя по фактору А	13,1	26,8
НСР ₀₅ для фактора А	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$
НСР ₀₅ для фактора В	2,8	5,5
НСР ₀₅ для частных различий	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$

Приложение Ж. Экономическая эффективность возделывания сои

Таблица Ж.1 – Технологическая карта возделывания сорта сои Дебют, 2022 год (рекомендованная технология, норма высева 400 тыс. шт./га)

Утверждаю	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА					Культура	соя		Производство прод-ции	урожай, т/га		валовый сбор, т			
Руководитель						Сорт	Дебют		Основной	3,213		321,3			
" " 2022 г.						Площадь	100								
ГКФХ "Сердюков А.Н."						Предшес	кукуруза		Побочной						
Название предприятия						Вариант	5		Норма высева семян т/га	0,087					
Наименование работ	Сроки проведения работ	Агротехнические требования	Объем работ		состав агрегата		норма выработки	Затраты, руб							
			единицы измерения	в физическом выражении	марка трактора, атомашины, комбайна	с/х. машины		горючее			Семена	СЗР	Удобрения	Оплата труда с отчислениями	
						марка		кол-во	на единицу, л	всего, т					стоимость всего, руб
А			В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Протравка семян	2 декада мая	Флудимакс 2 л/т, Круйзер 0,5 л/т	т	8,7				-	0,3	30	1860	0	66120		4245
Дискование, 1 след	2 декада мая	на глубину 16-18 см	га	100	Трактор New Holland	Дискатор RUBIN 12		40	13,6	1360	84320	0	0		14850
Дискование, 2 след	3 декада мая	на глубину 6-8 см	га	100	Трактор New Holland	Дискатор RUBIN 9		65	11,9	1190	73780	0	0		9138
Посев	3 декада мая	Соя Дебют, Сульфоаммофос 20/20/14 0,050 т/га	га	100	Трактор New Holland	Сеялка AMAZONE DMC 9000		70	8,1	810	50220	348000		166250	9429
Подвоз семян и удобрений	3 декада мая		т/км	1	Автомобиль КАМАЗ				0,19	19	1178	0	0		7543
Прикатывание посева	3 декада мая		га	100	Трактор John Deer	Каток Guttler		110	5,3	530	32860	0	0		5400
Обработка гербицидом по двудольным сорнякам	2 декада июня	Тифенс 0,006 кг/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6820	0	213192		3541
Подвоз воды		Комаич 0,4 кг/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ				0,7	70	4340	0	0		2576
Подвоз химии		Базагран 1,6 л/га Трейд 0,15 л/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ				0,2	20	1240	0	0		2769
Обработка гербицидом по однодольным сорнякам	1 декада июля	Легат 0,6 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6820	0	68495		3541
Подвоз воды		Супер мачо 0,06 л/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ				0,7	70	4340	0	0		2576
Подвоз химии		Трейд 0,4 л/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ				0,2	20	1240	0	0		2769
Обработка фунгицидом, инсектицидом	3 декада июля	Амистар голд 1 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6820	0	375250		3541
Подвоз воды		Клотиамет Дуо0,25 л/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ				0,7	70	4340	0	0		2576
Подвоз химии		Супер мачо 0,06 л/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ				0,2	20	1240	0	0		2769
Уборка	2 декада октября		га	100	Комбайн John Deer V	Жатка		29	9,3	930	57660	0	0		31862
Перегрузка зерна в поле			т	321,3	Трактор New Holland	Бункер-перегрузчик			2,4	240	14880	0	0		35048
Вывоз зерна с поля			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	Прицеп НЕФА3			2,2	220	13640	0	0		27310
Подработка зерна на ЗСК			т	321,3	ЗСК					0	27921	0	0		4184
ИТОГО:									5929	395519	348000	723057	166250		175667
13. Ремонт и обслуживание	661418	руб.			16. Всего прямых затрат	3208657	руб.								
14. Амортизация	697569	руб.			17. Общепроизводственные расхо	1026770	руб.								
15. Прочее	41177	руб.			18. Затраты всего	4235428	руб.								
					в том числе на 1 га	42354	руб.								
					на 1 т	13182	руб.								

Таблица Ж.2 – Технологическая карта возделывания сорта сои Дебют, 2022 год (рекомендованная технология, норма высева 500 тыс. шт./га)

Утверждаю	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА					Культура	соя			Производство прод-ции	урожай, т/га	валовый сбор, т			
Руководитель						Сорт	Дебют			Основной	3,226	322,6			
" " 2022 г.						Площадь	100								
ГКФХ "Сердюков А.Н."						Предшеств	кукуруза			Побочной					
Название предприятия						Вариант	6			Норма высева семян т/га	0,108				
Наименование работ	Сроки проведения работ	Агротехнические требования	Объем работ		состав агрегата			норма выработки	Затраты, руб						
			единицы измерения	в физическом выражении	марка трактора, атомашины, комбайна	с/х. машины			горючее			Семена	СЗР	Удобрения	Оплата труда с отчислениями
						марка	кол-во		на единицу, л	всего, т	стоимость всего, руб				
А			В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Протравка семян	2 декада мая	Флудимакс 2 л/т, Круйзер 0,5 л/т	т	10,8				-	0,3	30	1860	0	82080		4245
Дискование, 1 след	2 декада мая	на глубину 16-18 см	га	100	Трактор New Holland	Дискатор RUBIN 12		40	13,6	1360	73780	0	0		9138
Дискование, 2 след	3 декада мая	на глубину 6-8 см	га	100	Трактор New Holland	Дискатор RUBIN 9		65	11,9	1190	84320	0	0		14850
Посев	3 декада мая	Соя Дебют, Сульфоаммофос 20/20/14 0,050 т/га	га	100	Трактор New Holland	Сеялка AMAZONE DMC 9000		70	8,1	810	50220	432000		166250	9429
Подвоз семян и удобрений	3 декада мая		т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,19	19	1178	0	0		7543
Прикатывание посева	3 декада мая		га	100	Трактор John Deer	Каток Guttler		110	5,3	530	32860	0	0		5400
Обработка гербицидом по двудольным сорнякам	2 декада июня	Тифенс 0,006 кг/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6820	0	213192		3541
Подвоз воды		Команч 0,4 кг/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4340	0	0		2576
Подвоз химии		Базагран 1,6 л/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1240	0	0		2769
Обработка гербицидом по однодольным сорнякам	1 декада июля	Легат 0,6 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6820	0	68495		3541
Подвоз воды		Супер мачо 0,06 л/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4340	0	0		2576
Подвоз химии		Трейд 0,4 л/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1240	0	0		2769
Обработка фунгицидом, инсектицидом	3 декада июля	Амистар голд 1 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6820	0	375250		3541
Подвоз воды		Клотиамет Дуо0,25 л/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4340	0	0		2576
Подвоз химии		Супер мачо 0,06 л/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1240	0	0		2769
Уборка	2 декада октября		га	100	Комбайн John Deer	Жатка		29	9,3	930	57660	0	0		31862
Перегрузка зерна в поле			т	322,6		Бункер-перегрузчик			2,4	240	14880	0	0		35048
Вывоз зерна с поля			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	Прицеп НЕФАЗ			2,2	220	13640	0	0		27310
Подработка зерна на ЗСК			т	322,6						0	28034	0	0		4184
ИТОГО:									5929	395632	432000	739017	166250		175667
13. Ремонт и обслуживание	661944,26	руб.			16. Всего прямых затрат	3310564,64	руб.								
14. Амортизация	697568,91	руб.			17. Общепроизводственные расхо.	1059380,68	руб.								
15. Прочее	42485,03	руб.			18. Затраты всего	4369945,32	руб.								
					в том числе на 1 га	43699	руб.								
					на 1 т	13546	руб.								

Таблица Ж.3 – Технологическая карта возделывания сорта сои Дебют, 2022 год (рекомендованная технология, норма высева 600 тыс. шт./га)

Утверждаю	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА						Культура	соя		Производство прод-ции	урожай, т/га		валовый сбор, т		
Руководитель							Сорт	Дебют		Основной		3,279	327,9		
" " 2022 г.							Площадь	100							
ГКФХ "Сердюков А.Н."							Предшеств.	кукуруза		Побочной					
Название предприятия							Вариант	7		Норма высева семян т/га	0,13				
Наименование работ	Сроки проведения работ	Агротехнические требования	Объем работ		состав агрегата			норма выработки	Затраты, руб						
			единицы измерения	в физическом выражении	марка трактора, атомшины, комбайна	с/х. машины			горючее			Семена	СЗР	Удобрения	Оплата труда с отчислениями
						марка	кол-во		на единицу, л	всего, т	стоимость всего, руб				
A			B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Протравка семян	2 декада мая	Флудимакс 2 л/т, Круйзер 0,5 л/т	т	13				-	0,3	30	1860	0	98800		4245
Дискование, 1 след	2 декада мая	на глубину 16-18 см	га	100	Трактор New Holland	Дискатор RUBIN 12		40	13,6	1360	73780	0	0		9138
Дискование, 2 след	3 декада мая	на глубину 6-8 см	га	100	Трактор New Holland	Дискатор RUBIN 9		65	11,9	1190	84320	0	0		14850
Посев	3 декада мая	Соя Дебют, Сульфаммофос 20/20/14 0,050 т/га	га	100	Трактор New Holland	Сеялка AMAZONE DMC 9000		70	8,1	810	50220	520000		166250	9429
Подвоз семян и удобрений	3 декада мая		т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,19	19	1178	0	0		7543
Прикатывание посева	3 декада мая		га	100	Трактор John Deer	Каток Guttler		110	5,3	530	32860	0	0		5400
Обработка гербицидом по двудольным сорнякам	2 декада июня	Тифенс 0,006 кг/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6820	0	213192		3541
Подвоз воды		Команч 0,4 кг/га			Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4340	0	0		2576
Подвоз химии		Базагран 1,6 л/га			Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1240	0	0		2769
Обработка гербицидом по однодольным сорнякам	1 декада июля	Легат 0,6 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6820	0	68495		3541
Подвоз воды		Супер мачо 0,06 л/га			Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4340	0	0		2576
Подвоз химии		Трейд 0,4 л/га			Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1240	0	0		2769
Обработка фунгицидом, инсектицидом	3 декада июля	Амистар голд 1 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6820	0	375250		3541
Подвоз воды		Клотинамет Дуо0,25 л/га			Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4340	0	0		2576
Подвоз химии		Супер мачо 0,06 л/га			Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1240	0	0		2769
Уборка	2 декада октября		га	100	Комбайн John Deer	Жатка		29	9,3	930	57660	0	0		31862
Перегрузка зерна в поле			т	327,9		Бункер-перегрузчик			2,4	240	14880	0	0		35048
Вывоз зерна с поля			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	Прицеп НЕФАЗ			2,2	220	13640	0	0		27310
Подработка зерна на ЗСК			т	327,9						0	28495	0	0		4184
ИТОГО:									5929	396093	520000	755737	166250		175667
13. Ремонт и обслуживание	664091	руб.			16. Всего прямых затрат	3419287	руб.								
14. Амортизация	697569	руб.			17. Общепроизводственные расхо	1094172	руб.								
15. Прочее	43880	руб.			18. Затраты всего	4513459	руб.								
					в том числе на 1 га	45135	руб.								
					на 1 т	13765	руб.								

Таблица Ж.4 – Технологическая карта возделывания сорта сои Дебют, 2022 год (рекомендованная технология, норма высева 700 тыс. шт./га)

Утверждаю	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА					Культура	соя			Производство прод-ции	урожай, т/га		валовый сбор, т		
Руководитель						Сорт	Дебют			Основной		3,186	318,6		
" " 2022 __ г.						Площадь	100								
ГКФХ "Сердюков А.Н."						Предшеств	кукуруза			Побочной					
Название предприятия						Вариант	8			Норма высева семян т/га	0,151				
Наименование работ	Сроки проведения работ	Агротехнические требования	Объем работ		состав агрегата			норма выработки	Затраты, руб						
			единицы измерения	в физическом выражении	марка трактора, атомашины, комбайна	с/х. машины			горючее			Семена	СЗР	Удобрения	Оплата труда с отчислениями
						марка	кол-во		на единицу, л	всего, т	стоимость всего, руб				
А			В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Протравка семян	2 декада мая	Флудимакс 2 л/т, Круйзер 0,5 л/т	т	15,1				-	0,3	30	1860	0	114760		4245
Дискование, 1 след	2 декада мая	на глубину 16-18 см	га	100	Трактор New Holland	Дискатор RUBIN 12		40	13,6	1360	73780	0	0		9138
Дискование, 2 след	3 декада мая	на глубину 6-8 см	га	100	Трактор New Holland	Дискатор RUBIN 9		65	11,9	1190	84320	0	0		14850
Посев	3 декада мая	Соя Дебют, Сульфаммофос 20/20/14 0,050 т/га	га	100	Трактор New Holland	Сеялка AMAZONE DMC 9000		70	8,1	810	50220	604000		166250	9429
Подвоз семян и удобрений	3 декада мая		т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,19	19	1178	0	0		7543
Прикатывание посева	3 декада мая		га	100	Трактор John Deer	Каток Guttler		110	5,3	530	32860	0	0		5400
Обработка гербицидом по двудольным сорнякам	2 декада июня	Тифенс 0,006 кг/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6820	0	213192		3541
Подвоз воды		Комаиш 0,4 кг/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4340	0	0		2576
Подвоз химии		Базарган 1,6 л/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1240	0	0		2769
Обработка гербицидом по однодольным сорнякам	1 декада июля	Легат 0,6 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6820	0	68495		3541
Подвоз воды		Супер мачо 0,06 л/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4340	0	0		2576
Подвоз химии		Трейд 0,4 л/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1240	0	0		2769
Обработка фунгицидом, инсектицидом	3 декада июля	Амистар голд 1 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6820	0	375250		3541
Подвоз воды		Клотиамет Дуо0,25 л/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4340	0	0		2576
Подвоз химии		Супер мачо 0,06 л/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1240	0	0		2769
Уборка	2 декада октября		га	100	Комбайн John Deer	Жатка		29	9,3	930	57660	0	0		31862
Перегрузка зерна в поле			т	318,6		Бункер-перегрузчик			2,4	240	14880	0	0		35048
Вывоз зерна с поля			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	Прицеп НЕФА3			2,2	220	13640	0	0		27310
Подработка зерна на ЗСК			т	318,6						0	27686	0	0		4184
ИТОГО:									5929	395284	604000	771697	166250		175667
13. Ремонт и обслуживание	660324	руб.		16. Всего прямых затрат	3515912	руб.									
14. Амортизация	697569	руб.		17. Общепроизводственные расхо.	1125092	руб.									
15. Прочее	45120	руб.		18. Затраты всего	4641004	руб.									
				в том числе на 1 га	46410	руб.									
				на 1 т	14567	руб.									

Таблица Ж.5 – Технологическая карта возделывания сорта сои Дебют, 2022 год (прямой посев, норма высева 400 тыс. шт./га)

Утверждаю	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА						Культура	соя		Производство прод-ции		урожай, т/га	валовый сбор, т		
Руководитель							Сорт	Дебют		Основной		3,173		317,3	
" " 2022 г.							Площадь	100		Побочной					
ГКФХ "Сердюков А.Н."							Предшеств	кукуруза		Норма высева семян т/га	0,087				
Название предприятия						Вариант	1								
Наименование работ	Сроки проведения работ	Агротехнические требования	Объем работ		состав агрегата			норма выработки	Затраты, руб						
			единицы измерения	в физическом выражении	марка трактора, атомашины, комбайна	с/х. машины			горючее			Семена	СЗР	Удобрения	Оплата труда с отчислениями
						марка	кол-во		на единицу, л	всего, т	стоимость всего, руб				
А			В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Протравка семян	2 декада мая	Флудимакс 2 л/т, Круйзер 0,5 л/т	т	8,7					0,3	30	1860	0	66120		4245
Посев	3 декада мая	Соя Дебют, Сульфаммофос 20/20/14 0,050 т/га	га	100	Трактор New Holland	Сеялка AMAZONE DMC 9000		70	8,1	810	50220	348000		166250	9429
Подвоз семян и удобрений	3 декада мая		т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,19	19	1178	0	0		7543
Обработка гербицидом сплошного действия	3 декада мая	Кайман 2 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6820		95000		3541
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4340	0	0		2576
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1240	0	0		2769
Обработка гербицидом по двудольным сорнякам	2 декада июня	Тифенс 0,006 кг/га Команч 0,4 кг/га Базагран 1,6 л/га Трейд 0,15 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6820	0	213192		3541
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4340	0	0		2576
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1240	0	0		2769
Обработка гербицидом по однодольным сорнякам	1 декада июля	Легат 0,6 л/га Супер мачо 0,06 л/га Трейд 0,4 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6820	0	68495		3541
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4340	0	0		2576
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1240	0	0		2769
Обработка фунгицидом, инсектицидом	3 декада июля	Амистар голд 1 л/га Клотниамет Дуо0,25 л/га Супер мачо 0,06 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6820	0	375250		3541
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4340	0	0		2576
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1240	0	0		2769
Уборка	2 декада октября		га	100	Комбайн John Deer	Жатка		29	9,3	930	57660	0	0		31862
Перегрузка зерна в поле			т	317,3		Бункер-перегрузчик			2,4	240	14880	0	0		35048
Вывоз зерна с поля			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	Прицеп НЕФА3			2,2	220	13640	0	0		27310
Подработка зерна на ЗСК			т	317,3						0	27573	0	0		4184
ИТОГО:										3049	216611	348000	818057	166250	155165
13. Ремонт и обслуживание	474639	руб.			16. Всего прямых затрат	2818030	руб.								
14. Амортизация	603143	руб.			17. Общепроизводственные расхо	901769	руб.								
15. Прочее	36164	руб.			18. Затраты всего	3719799	руб.								
					в том числе на 1 га	37198	руб.								
					на 1 т	11723	руб.								

Таблица Ж.6 – Технологическая карта возделывания сорта сои Дебют, 2022 год (прямой посев, норма высева 500 тыс. шт./га)

Утверждаю	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА					Культура	соя		Производство прод-ции		урожай, т/га	валовый сбор, т			
Руководитель						Сорт	Дебют		Основной		3,196		319,6		
" " 2022 г.						Площадь	100								
ГКФХ "Сердюков А.Н."						Предшеств	кукуруза		Побочной						
Название предприятия						Вариант	2		Норма высева семян т/га		0,108				
Наименование работ	Сроки проведения работ	Агротехнические требования	Объем работ		состав агрегата			норма выработки	Затраты, руб						
			единицы измерения	в физическом выражении	марка трактора, атомашины, комбайна	с/х. машины			горючее			Семена	СЗР	Удобрения	Оплата труда с отчислениями
						марка	кол-во		на единицу, л	всего, т	стоимость всего, руб				
А			В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Протравка семян	2 декада мая	Флудимакс 2 л/т, Круйзер 0,5 л/г	т	0					0,3	30	1860	0	82080		4245
Посев	3 декада мая	Соя Дебют, Сульфаммофос 20/20/14 0,050 т/га	га	100	Трактор New Holland	Сеялка AMAZONE DMC 9000		70	8,1	810	50220	432000		166250	9429
Подвоз семян и удобрений	3 декада мая		т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,19	19	1178	0	0		7543
Обработка гербицидом сплошного действия	3 декада мая	Кайман 2 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6820		95000		3541
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4340	0	0		2576
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1240	0	0		2769
Обработка гербицидом по двудольным сорнякам	2 декада июня	Тифенс 0,006 кг/га Базаран 0,4 кг/га Базаран 1,6 л/га Трейд 0,15 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6820	0	213192		3541
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4340	0	0		2576
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1240	0	0		2769
Обработка гербицидом по однодольным сорнякам	1 декада июля	Легат 0,6 л/га Супер мачо 0,06 л/га Трейд 0,4 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6820	0	68495		3541
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4340	0	0		2576
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1240	0	0		2769
Обработка фунгицидом, инсектицидом	3 декада июля	Амистар голд 1 л/га Клотиамет Дуо0,25 л/га Супер мачо 0,06 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6820	0	375250		3541
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4340	0	0		2576
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1240	0	0		2769
Уборка	2 декада октября		га	100	Комбайн John Deer	Жатка		29	9,3	930	57660	0	0		31862
Перегрузка зерна в поле			т	#ССЫЛКА!		Бункер-перегрузчик			2,4	240	14880	0	0		35048
Вывоз зерна с поля			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	Прицеп НЕФАЗ			2,2	220	13640	0	0		27310
Подработка зерна на ЗСК			т	#ССЫЛКА!						0	27773	0	0		4184
ИТОГО:										3049	216811	432000	834017	166250	155165
13. Ремонт и обслуживание	475571	руб.		16. Всего прямых затрат	2920435		руб.								
14. Амортизация	603143	руб.		17. Общепроизводственные расхо	934539		руб.								
15. Прочее	37478	руб.		18. Затраты всего	3854975		руб.								
				в том числе на 1 га	38550		руб.								
				на 1 т	12062		руб.								

Таблица Ж.7 – Технологическая карта возделывания сорта сои Дебют, 2022 год (прямой посев, норма высева 600 тыс. шт./га)

Утверждаю	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА					Культура	соя			Производство прод-ции		урожай, т/га		валовый сбор, т	
Руководитель						Сорт	Дебют		Основной		3,235		323,5		
" " 2022 г.						Площадь	100								
ГКФХ "Сердюков А.Н."						Предшеств	кукуруза		Побочной						
Название предприятия						Вариант	3		Норма высева семян т/га		0,13				
Наименование работ	Сроки проведения работ	Агротехнические требования	Объем работ		состав агрегата			норма выработки	Затраты, руб						
			единицы измерения	в физическом выражении	марка трактора, атомашины, комбайна	с/х. машины			горючее			Семена	СЗР	Удобрения	Оплата труда с отчислениями
						марка	кол-во		на единицу, л	всего, т	стоимость всего, руб				
А			В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Протравка семян	2 декада мая	Флудимакс 2 л/т, Круйзер 0,5 л/т	т	13					0,3	30	1860	0	98800		4245
Посев	3 декада мая	Соя Дебют, Сульфаммофос 20/20/14 0,050 т/га	га	100	Трактор New Holland	Сеялка AMAZONE DMC 9000		70	8,1	810	50220	520000		166250	9429
Подвоз семян и удобрений	3 декада мая		т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,19	19	1178	0	0		7543
Обработка гербицидом сплошного действия	3 декада мая	Кайман 2 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6820	0	95000		3541
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4340	0	0		2576
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1240	0	0		2769
Обработка гербицидом по двудольным сорнякам	2 декада июня	Тифенс 0,006 кг/га Команч 0,4 кг/га Базагран 1,6 л/га Трейд 0,15 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6820	0	213192		3541
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4340	0	0		2576
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1240	0	0		2769
Обработка гербицидом по однодольным сорнякам	1 декада июля	Легат 0,6 л/га Супер мачо 0,06 л/га Трейд 0,4 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6820	0	68495		3541
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4340	0	0		2576
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1240	0	0		2769
Обработка фунгицидом, инсектицидом	3 декада июля	Амистар голд 1 л/га Клотниамет Дуо0,25 л/га Супер мачо 0,06 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6820	0	375250		3541
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4340	0	0		2576
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1240	0	0		2769
Уборка	2 декада октября		га	100	Комбайн John Deer	Жатка		29	9,3	930	57660	0	0		31862
Перегрузка зерна в поле			т	323,5		Бункер-перегрузчик			2,4	240	14880	0	0		35048
Вывоз зерна с поля			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	Прицеп НЕФАЗ			2,2	220	13640	0	0		27310
Подработка зерна на ЗСК			т	323,5						0	28112	0	0		4184
ИТОГО:										3049	217150	520000	850737	166250	155165
13. Ремонт и обслуживание	477151	руб.			16. Всего прямых затрат		3028461	руб.							
14. Амортизация	603143	руб.			17. Общепроизводственные расхо.		969107	руб.							
15. Прочее	38865	руб.			18. Затраты всего		3997568	руб.							
					в том числе на 1 га		39976	руб.							
					на 1 т		12357	руб.							

Таблица Ж.8 – Технологическая карта возделывания сорта сои Дебют, 2022 год (прямой посев, норма высева 700 тыс. шт./га)

Утверждаю	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА							Культура	соя		Производство прод-ции		урожай, т/га	валовый сбор, т	
Руководитель								Сорт	Дебют		Основной		3,283		328,3
" " 2022 г.									100						
ГКФХ "Сердюков А.Н."								Предшество	кукуруза		Побочной				
Название предприятия								Вариант	4		Норма высева семян т/га	0,151			
Наименование работ	Сроки проведения работ	Агротехнические требования	Объем работ		состав агрегата			норма выработки	Затраты, руб						
			единицы измерения	в физическом выражении	марка трактора, атомашины, комбайна	с/х. машины			горючее			Семена	СЗР	Удобрения	Оплата труда с отчислениями
						марка	кол-во		на единицу, л	всего, т	стоимость всего, руб				
А			В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Протравка семян	2 декада мая	Флудимакс 2 л/т, Круйзер 0,5 л/г	т	15,1					0,3	30	1860	0	114760		4245
Посев	3 декада мая	Соя Дебют, Сульфаммофос 20/20/14 0,050 т/га	га	100	Трактор New Holland	Сеялка AMAZONE DMC 9000		70	8,1	810	50220	604000		166250	9429
Подвоз семян и удобрений	3 декада мая		т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,19	19	1178	0	0		7543
Обработка гербицидом сплошного действия	3 декада мая	Кайман 2 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6820	0	95000		3541
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4340	0	0		2576
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1240	0	0		2769
Обработка гербицидом по двудольным сорнякам	2 декада июня	Тифенс 0,006 кг/га Команч 0,4 кг/га Базагран 1,6 л/га Трейд 0,15 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6820	0	213192		3541
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4340	0	0		2576
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1240	0	0		2769
Обработка гербицидом по однодольным сорнякам	1 декада июля	Легат 0,6 л/га Супер мачо 0,06 л/га Трейд 0,4 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6820	0	68495		3541
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4340	0	0		2576
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1240	0	0		2769
Обработка фунгицидом, инсектицидом	3 декада июля	Амистар голд 1 л/га Клотимат Дуо0,25 л/га Супер мачо 0,06 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6820	0	375250		3541
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4340	0	0		2576
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1240	0	0		2769
Уборка	2 декада октября		га	100	Комбайн John Deer	Жатка		29	9,3	930	57660	0	0		31862
Перегрузка зерна в поле			т	328,3		Бункер-перегрузчик			2,4	240	14880	0	0		35048
Вывоз зерна с поля			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	Прицеп НЕФАЗ			2,2	220	13640	0	0		27310
Подработка зерна на ЗСК			т	328,3						0	28529	0	0		4184
ИТОГО:										3049	217567	604000	866697	166250	155165
13. Ремонт и обслуживание	479095	руб.		16. Всего прямых затрат	3132112	руб.									
14. Амортизация	603143	руб.		17. Общепроизводственные расхо.	1002276	руб.									
15. Прочее	40195	руб.		18. Затраты всего	4134388	руб.									
				в том числе на 1 га	41344	руб.									
				на 1 т	12593	руб.									

Таблица Ж.9 – Технологическая карта возделывания сорта сои Дебют, 2023 год (рекомендованная технология, норма высева 400 тыс. шт./га)

Утверждаю	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА					Культура	соя			Производство прод-ции	урожай, т/га		валовый сбор, т		
Руководитель						Сорт	Дебют		Основной		2,579		257,9		
" " 2023 г.						Площадь	100								
ГКФХ "Сердюков А.Н."						Предшес	кукуруза		Побочной						
Название предприятия						Вариант	5		Норма высева семян т/га	0,084					
Наименование работ	Сроки проведения работ	Агротехнические требования	Объем работ		состав агрегата			норма выработки	Затраты, руб						
			единицы измерения	в физическом выражении	марка трактора, атомашины, комбайна	с/х. машины			горючее			Семена	СЗР	Удобрения	Оплата труда с отчислениями
						марка	кол-во		на единицу, л	всего, л	стоимость всего, руб				
А			В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Протравка семян	2 декада мая	Флудимакс 2 л/т, Круйзер 0,5 л/т	т	8,4				-	0,3	30	1875	0	67200		4670
Дискование, 1 след	2 декада мая	на глубину 16-18 см	га	100	Трактор New Holland	Дискатор RUBIN 12		40	13,6	1360	74375	0	0		10052
Дискование, 2 след	3 декада мая	на глубину 6-8 см	га	100	Трактор New Holland	Дискатор RUBIN 9		65	11,9	1190	85000	0	0		16335
Посев	3 декада мая	Соя Дебют, Сульфаммофос 20/20/14 0,050 т/га	га	100	Трактор New Holland	Сеялка AMAZONE DMC 9000		70	8,1	810	50625	352800	0	175000	10371
Подвоз семян и удобрений	3 декада мая		т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,19	19	1188	0	0		8297
Прикатывание посева	3 декада мая		га	100	Трактор John Deer	Каток Guttler		110	5,3	530	33125	0	0		5940
Обработка гербицидом по двудольным сорнякам	2 декада июня	Тифенс 0,006 кг/га Команч 0,4 кг/га Базатран 1,6 л/га Трейд 0,15 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6875	0	224413		3896
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4375	0	0		2833
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1250	0	0		3046
Обработка гербицидом по однодольным сорнякам	1 декада июля	Легат 0,6 л/га Супер мачо 0,06 л/га Трейд 0,4 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6875	0	72100		3896
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4375	0	0		2833
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1250	0	0		3046
Обработка фунгицидом, инсектицидом	3 декада июля	Амистар голд 1 л/га Клотиамет Дуо0,25 л/га Супер мачо 0,06 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6875	0	395000		3896
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4375	0	0		2833
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1250	0	0		3046
Уборка	2 декада октября		га	100	Комбайн John Deer	Жатка		29	9,3	930	58125	0	0		35048
Перегрузка зерна в поле			т	257,9	Трактор New Holland	Бункер-перегрузчик			2,4	240	15000	0	0		38553
Вывоз зерна с поля			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	Прицеп НЕФАЗ			2,2	220	13750	0	0		30041
Подработка зерна на ЗСК			т	257,9	ЗСК					0	23084	0	0		4602
ИТОГО:										5929	393646	352800	758713	175000	193234
13. Ремонт и обслуживание	699485 руб.				16. Всего прямых затрат	3312963 руб.									
14. Амортизация	697569 руб.				17. Общепроизводственные расходы	1060148 руб.									
15. Прочее	42516 руб.				18. Затраты всего	4373112 руб.									
					в том числе на 1 га	43731 руб.									
					на 1 т	16957 руб.									

Таблица Ж.10 – Технологическая карта возделывания сорта сои Дебют, 2023 год (рекомендованная технология, норма высева 500 тыс. шт./га)

Утверждаю	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА					Культура	соя		Производство прод-ции		урожай, т/га	валовый сбор, т			
Руководитель						Сорт	Дебют	Основной		2,768	276,8				
" " 2023 г.						Площадь		100							
ГКФХ "Сердюков А.Н."						Предшес	кукуруза	Побочной							
Название предприятия						Вариант	6	Норма высева семян т/га		0,105					
Наименование работ	Сроки проведения работ	Агротехнические требования	Объем работ		состав агрегата			норма выработки	Затраты, руб						
			единицы измерения	в физическом выражении	марка трактора, атомашины, комбайна	с/х. машины			горючее			Семена	СЗР	Удобрения	Оплата труда с отчислениями
						марка	кол-во		на единицу, л	всего, л	стоимость всего, руб				
A			B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Протравка семян	2 декада мая	Флудимакс 2 л/т, Круйзер 0,5 л/т	т	10,5				-	0,3	30	1875	0	84000		4670
Дискование, 1 след	2 декада мая	на глубину 16-18 см	га	100	Трактор New Holland	Дискатор RUBIN 12		40	13,6	1360	74375	0	0		10052
Дискование, 2 след	3 декада мая	на глубину 6-8 см	га	100	Трактор New Holland	Дискатор RUBIN 9		65	11,9	1190	85000	0	0		16335
Посев	3 декада мая	Соя Дебют, Сульфаммофос 20/20/14 0,050 т/га	га	100	Трактор New Holland	Сеялка AMAZONE DMC 9000		70	8,1	810	50625	441000	0	175000	10371
Подвоз семян и удобрений	3 декада мая		т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,19	19	1188	0	0		8297
Прикатывание посева	3 декада мая		га	100	Трактор John Deer	Каток Guttler		110	5,3	530	33125	0	0		5940
Обработка гербицидом по двудольным сорнякам	2 декада июня	Тифенс 0,006 кг/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6875	0	224413		3896
Подвоз воды		Команч 0,4 кг/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4375	0	0		2833
Подвоз химии		Базагран 1,6 л/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1250	0	0		3046
Обработка гербицидом по однодольным сорнякам	1 декада июля	Легат 0,6 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6875	0	72100		3896
Подвоз воды		Супер мачо 0,06 л/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4375	0	0		2833
Подвоз химии		Трейд 0,4 л/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1250	0	0		3046
Обработка фунгицидом, инсектицидом	3 декада июля	Амистар голд 1 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6875	0	395000		3896
Подвоз воды		Клотиамет Дуо0,25 л/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4375	0	0		2833
Подвоз химии		Супер мачо 0,06 л/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1250	0	0		3046
Уборка	2 декада октября		га	100	Комбайн John Deer	Жатка		29	9,3	930	58125	0	0		35048
Перегрузка зерна в поле			т	276,8		Бункер-перегрузчик			2,4	240	15000	0	0		38553
Вывоз зерна с поля			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	Прицеп НЕФАЗ			2,2	220	13750	0	0		30041
Подработка зерна на ЗСК			т	276,8						0	24776	0	0		4602
ИТОГО:									5929	395338,038	441000	775513	175000	193233,855	
13. Ремонт и обслуживание	720598 руб.			16. Всего прямых затрат	3442428,63 руб.										
14. Амортизация	697569 руб.			17. Общепроизводственные расходы	1101577,16 руб.										
15. Прочее	44177 руб.			18. Затраты всего	4544005,79 руб.										
				в том числе на 1 га	45440 руб.										
				на 1 т	16416 руб.										

Таблица Ж.11 – Технологическая карта возделывания сорта сои Дебют, 2023 год (рекомендованная технология, норма высева 600 тыс. шт./га)

Утверждаю	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА					Культура	соя			Производство прод-ции	урожай, т/га		валовый сбор, т		
Руководитель						Сорт	Дебют			Основной	2,707		270,7		
" " 2023 г.						Площадь	100								
ГКФХ "Сердюков А.Н."						Предшес	кукуруза			Побочной					
Название предприятия						Вариант	7			Норма высева семян т/га	0,125				
Наименование работ	Сроки проведения работ	Агротехнические требования	Объем работ		состав агрегата			норма выработки	Затраты, руб						
			единицы измерения	в физическом выражении	марка трактора, атомашины, комбайна	с/х. машины			горючее			Семена	СЗР	Удобрения	Оплата труда с отчислениями
						марка	кол-во		на единицу, л	всего, л	стоимость всего, руб				
А			В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Протравка семян	2 декада мая	Флудимакс 2 л/т, Круйзер 0,5 л/т	т	12,5				-	0,3	30	1875	0	100000		4670
Дискование, 1 след	2 декада мая	на глубину 16-18 см	га	100	Трактор New Holland	Дискатор RUBIN 12		40	13,6	1360	74375	0	0		10052
Дискование, 2 след	3 декада мая	на глубину 6-8 см	га	100	Трактор New Holland	Дискатор RUBIN 9		65	11,9	1190	85000	0	0		16335
Посев	3 декада мая	Соя Дебют, Сульфаммофос 20/20/14 0,050 т/га	га	100	Трактор New Holland	Сеялка AMAZONE DMC 9000		70	8,1	810	50625	525000	0	175000	10371
Подвоз семян и удобрений	3 декада мая		т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,19	19	1188	0	0		8297
Прикатывание посева	3 декада мая		га	100	Трактор John Deer	Каток Guttler		110	5,3	530	33125	0	0		5940
Обработка гербицидом по двудольным сорнякам	2 декада июня	Тифенс 0,006 кг/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6875	0	224413		3896
Подвоз воды		Команч 0,4 кг/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4375	0	0		2833
Подвоз химии		Базагран 1,6 л/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1250	0	0		3046
Обработка гербицидом по однодольным сорнякам	1 декада июля	Легат 0,6 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6875	0	72100		3896
Подвоз воды		Супер мачо 0,06 л/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4375	0	0		2833
Подвоз химии		Трейд 0,4 л/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1250	0	0		3046
Обработка фунгицидом, инсектицидом	3 декада июля	Амистар голд 1 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6875	0	395000		3896
Подвоз воды		Клотиамет Дуо0,25 л/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4375	0	0		2833
Подвоз химии		Супер мачо 0,06 л/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1250	0	0		3046
Уборка	2 декада октября		га	100	Комбайн John Deer	Жатка		29	9,3	930	58125	0	0		35048
Перегрузка зерна в поле			т	270,7		Бункер-перегрузчик			2,4	240	15000	0	0		38553
Вывоз зерна с поля			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	Прицеп НЕФАЗ			2,2	220	13750	0	0		30041
Подработка зерна на ЗСК			т	270,7						0	24230	0	0		4602
ИТОГО:										5929	394792	525000	791513	175000	193234
13. Ремонт и обслуживание	717830 руб.			16. Всего прямых затрат	3540372 руб.										
14. Амортизация	697569 руб.			17. Общепроизводственные расхо.	1132919 руб.										
15. Прочее	45434 руб.			18. Затраты всего	4673291 руб.										
				в том числе на 1 га	46733 руб.										
				на 1 т	17264 руб.										

Таблица Ж.12 – Технологическая карта возделывания сорта сои Дебют, 2023 год (рекомендованная технология, норма высева 700 тыс. шт./га)

Утверждаю	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА					Культура	соя			Производство прод-ции	урожай, т/га		валовый сбор, т		
Руководитель						Сорт	Дебют			Основной		2,605	260,5		
" " 2023 г.						Площадь	100								
ГКФХ "Сердюков А.Н."						Предшес	кукуруза			Побочной					
Название предприятия						Вариант	8			Норма высева семян т/га	0,151				
Наименование работ	Сроки проведения работ	Агротехнические требования	Объем работ		состав агрегата			норма выработки	Затраты, руб						
			единицы измерения	в физическом выражении	марка трактора, атомашины, комбайна	с/х. машины			горючее			Семена	СЗР	Удобрения	Оплата труда с отчислениями
						марка	кол-во		на единицу, л	всего, л	стоимость всего, руб				
A			B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Протравка семян	2 декада мая	Флудимакс 2 л/т, Круйзер 0,5 л/т	т	15,1				-	0,3	30	1875	0	116800		4670
Дискование, 1 след	2 декада мая	на глубину 16-18 см	га	100	Трактор New Holland	Дискатор RUBIN 12		40	13,6	1360	74375	0	0		10052
Дискование, 2 след	3 декада мая	на глубину 6-8 см	га	100	Трактор New Holland	Дискатор RUBIN 9		65	11,9	1190	85000	0	0		16335
Посев	3 декада мая	Соя Дебют, Сульфаммофос 20/20/14 0,050 т/га	га	100	Трактор New Holland	Сеялка AMAZONE DMC 9000		70	8,1	810	50625	613200	0	175000	10371
Подвоз семян и удобрений	3 декада мая		т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,19	19	1188	0	0		8297
Прикатывание посева	3 декада мая		га	100	Трактор John Deer	Карок Guttler		110	5,3	530	33125	0	0		5940
Обработка гербицидом по двудольным сорнякам	2 декада июня	Тифенс 0,006 кг/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6875	0	224413		3896
Подвоз воды		Команч 0,4 кг/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4375	0	0		2833
Подвоз химии		Базагран 1,6 л/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1250	0	0		3046
Обработка гербицидом по однодольным сорнякам	1 декада июля	Легат 0,6 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6875	0	72100		3896
Подвоз воды		Супер мачо 0,06 л/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4375	0	0		2833
Подвоз химии		Трейд 0,4 л/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1250	0	0		3046
Обработка фунгицидом, инсектицидом	3 декада июля	Амистар голд 1 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6875	0	395000		3896
Подвоз воды		Клотиамет Дуо0,25 л/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4375	0	0		2833
Подвоз химии		Супер мачо 0,06 л/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1250	0	0		3046
Уборка	2 декада октября		га	100	Комбайн John Deer	Жатка		29	9,3	930	58125	0	0		35048
Перегрузка зерна в поле			т	260,5		Бункер-перегрузчик			2,4	240	15000	0	0		38553
Вывоз зерна с поля			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	Прицеп НЕФАЗ			2,2	220	13750	0	0		30041
Подработка зерна на ЗСК			т	260,5						0	23317	0	0		4602
ИТОГО:									5929	393879	613200	808313	175000		193234
13. Ремонт и обслуживание	713202 руб.			16. Всего прямых затрат	3641124 руб.										
14. Амортизация	697569 руб.			17. Общепроизводственные расхо.	1165160 руб.										
15. Прочее	46727 руб.			18. Затраты всего	4806284 руб.										
				в том числе на 1 га	48063 руб.										
				на 1 т	18450 руб.										

Таблица Ж.13 – Технологическая карта возделывания сорта сои Дебют, 2023 год (прямой посев, норма высева 400 тыс. шт./га)

Утверждаю	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА					Культура	соя		Производство прод-ции		урожай, т/га		валовый сбор, т		
Руководитель						Сорт	Дебют		Основной		2,745		274,5		
" " 2023 г.						Площадь	100								
ГКФХ "Сердюков А.Н."						Предшес	кукуруза		Побочной						
Название предприятия						Вариант	1		Норма высева семян т/га	0,084					
Наименование работ	Сроки проведения работ	Агротехнические требования	Объем работ		состав агрегата			норма выработки	Затраты, руб						
			единицы измерения	в физическом выражении	марка трактора, атомашины, комбайна	с/х. машины			горючее			Семена	СЗР	Удобрения	Оплата труда с отчислениями
						марка	кол-во		на единицу, л	всего, л	стоимость всего, руб				
А			В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Протравка семян	2 декада мая	Флудимакс 2 л/т, Круйзер 0,5 л/т	т	8,4					0,3	30	1875		67200		4670
Посев	3 декада мая	Соя Дебют, Сульфаммофос 20/20/14 0,050 т/га	га	100	Трактор New Holland	Сеялка AMAZONE DMC 9000		70	8,1	810	50625	352800	0	175000	10371
Подвоз семян и удобрений	3 декада мая		т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,19	19	1188		0		8297
Обработка гербицидом сплошного действия	3 декада мая	Кайман 2 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6875		100000		3896
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4375		0		2833
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1250		0		3046
Обработка гербицидом по двудоль	2 декада июня	Тифенз 0,006 кг/га Команч 0,4 кг/га Базагран 1,6 л/га Трейд 0,15 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6875		224413		3896
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4375		0		2833
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1250		0		3046
Обработка гербицидом по однодоль	1 декада июля	Легат 0,6 л/га Супер мачо 0,06 л/га Трейд 0,4 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6875		72100		3896
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4375		0		2833
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1250		0		3046
Обработка фунгицидом, инсектицид	3 декада июля	Амистар голд 1 л/га Клотиамет Дуо0,25 л/га Супер мачо 0,06 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6875		395000		3896
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	4375		0		2833
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1250		0		3046
Уборка	2 декада октября		га	100	Комбайн John Deer	Жатка		29	9,3	930	58125		0		35048
Перегрузка зерна в поле			т	274,5		Бункер-перегрузчик			2,4	240	15000		0		38553
Вывоз зерна с поля			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	Прицеп НЕФАЗ			2,2	220	13750		0		30041
Подработка зерна на ЗСК			т	274,5						0	24570		0		4602
ИТОГО:										3049	215132	352800	858713	175000	170681
13. Ремонт и обслуживание	512177	руб.			16. Всего прямых затрат	2925185	руб.								
14. Амортизация	603143	руб.			17. Общепроизводственные расхо.	936059	руб.								
15. Прочее	37539	руб.			18. Затраты всего	3861245	руб.								
					в том числе на 1 га	38612	руб.								
					на 1 т	14066	руб.								

Таблица Ж.14 – Технологическая карта возделывания сорта сои Дебют, 2023 год (прямой посев, норма высева 500 тыс. шт./га)

Утверждаю	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА					Культура	соя			Производство прод-ции	урожай, т/га		валовый сбор, т		
Руководитель						Сорт	Дебют			Основной		2,859		285,9	
" " 2023 г.						Площадь	100								
ГКФХ "Сердюков А.Н."						Предшес	кукуруза			Побочной					
Название предприятия						Вариант	2			Норма высева семян т/га	0,105				
Наименование работ	Сроки проведения работ	Агротехнические требования	Объем работ		состав агрегата			норма выработки	Затраты, руб						
			единицы измерения	в физическом выражении	марка трактора, атомашины, комбайна	с/х. машины			горючее			Семена	СЗР	Удобрения	Оплата труда с отчислениями
						марка	кол-во		на единицу, л	всего, л	стоимость всего, руб				
А			В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Протравка семян	2 декада мая	Флудимакс 2 л/т, Круйзер 0,5 л/т	т	10,5					0,3	30	1875	0	84000		4670
Посев	3 декада мая	Соя Дебют, Сульфаммофос 20/20/14 0,050 т/га	га	100	Трактор New Holland	Сеялка AMAZONE DMC 9000		70	8,1	810	50625	441000	175000		10371
Подвоз семян и удобрений	3 декада мая		т/км	1	Автомобиль КАМАЗ				0,19	19	1188	0	0		8297
Обработка гербицидом сплошного действия	3 декада мая	Кайман 2 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6875	0	100000		3896
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ				0,7	70	4375	0	0	2833	
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ				0,2	20	1250	0	0	3046	
Обработка гербицидом по двудольным сорнякам	2 декада июня	Тифенс 0,006 кг/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6875	0	224413		3896
Подвоз воды		Команч 0,4 кг/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ				0,7	70	4375	0	0	2833	
Подвоз химии		Базагран 1,6 л/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ				0,2	20	1250	0	0	3046	
Обработка гербицидом по однодольным сорнякам	1 декада июля	Легат 0,6 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6875	0	72100		3896
Подвоз воды		Супер мачо 0,06 л/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ				0,7	70	4375	0	0	2833	
Подвоз химии		Трейд 0,4 л/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ				0,2	20	1250	0	0	3046	
Обработка фунгицидом, инсектицидом	3 декада июля	Амистар голд 1 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6875	0	395000		3896
Подвоз воды		Клотиамет Дуо0,25 л/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ				0,7	70	4375	0	0	2833	
Подвоз химии		Супер мачо 0,06 л/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ				0,2	20	1250	0	0	3046	
Уборка	2 декада октября		га	100	Комбайн John Deer	Жатка		29	9,3	930	58125	0	0	35048	
Перегрузка зерна в поле			т	285,9		Бункер-перегрузчик			2,4	240	15000	0	0	38553	
Вывоз зерна с поля			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	Прицеп НЕФАЗ			2,2	220	13750	0	0	30041	
Подработка зерна на ЗСК			т	285,9						0	25590	0	0	4602	
ИТОГО:										3049	216153	441000	1050513	0	170681
13. Ремонт и обслуживание	517349 руб.			16. Всего прямых затрат	3037824 руб.										
14. Амортизация	603143 руб.			17. Общепроизводственные расхо.	972104 руб.										
15. Прочее	38985 руб.			18. Затраты всего	4009927 руб.										
				в том числе на 1 га	40099 руб.										
				на 1 т	14026 руб.										

Таблица Ж.15 – Технологическая карта возделывания сорта сои Дебют, 2023 год (прямой посев, норма высева 600 тыс. шт./га)

Утверждаю	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА					Культура	соя		Производство прод-ции	урожай, т/га		валовый сбор, т				
Руководитель						Сорт	Дебют	Основной	2,885		288,5					
" " 2023 г.						Площадь	100									
ГКФХ "Сердюков А.Н."						Предшес	кукуруза	Побочной								
Название предприятия						Вариант	3	Норма высева семян т/га	0,125							
Наименование работ	Сроки проведения работ	Агротехнические требования	Объем работ		состав агрегата			норма выработки	Затраты, руб							
			единицы измерения	в физическом выражении	марка трактора, атомашины, комбайна	с/х. машины			горючее			Семена	СЗР	Удобрения	Оплата труда с отчислениями	
						марка	кол-во		на единицу, л	всего, л	стоимость всего, руб					
А			В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Протравка семян	2 декада мая	Флудимакс 2 л/т, Круйзер 0,5 л/т	т	12,5					0,3	30	1875	0	100000		4670	
Посев	3 декада мая	Соя Дебют, Сульфаммофос 20/20/14 0,050 т/га	га	100	Трактор New Holland	Сеялка AMAZONE DMC 9000		70	8,1	810	50625	525000	175000		10371	
Подвоз семян и удобрений	3 декада мая		т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,19	19	1188	0	0		8297	
Обработка гербицидом сплошного действия	3 декада мая	Кайман 2 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200	205		1,1	110	6875	0	100000		3896	
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-				0,7	70	4375	0	0	2833	
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-				0,2	20	1250	0	0	3046	
Обработка гербицидом по двудольным сорнякам	2 декада июня	Тифенс 0,006 кг/га Команч 0,4 кг/га Базагран 1,6 л/га Трейд 0,15 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200	205		1,1	110	6875	0	224413		3896	
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-				0,7	70	4375	0	0	2833	
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-				0,2	20	1250	0	0	3046	
Обработка гербицидом по однодольным сорнякам	1 декада июля	Легат 0,6 л/га Супер мачо 0,06 л/га Трейд 0,4 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200	205		1,1	110	6875	0	72100		3896	
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-				0,7	70	4375	0	0	2833	
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-				0,2	20	1250	0	0	3046	
Обработка фунгицидом, инсектицидом	3 декада июля	Амистар голд 1 л/га Клотиамет Дуо0,25 л/га Супер мачо 0,06 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200	205		1,1	110	6875	0	395000		3896	
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-				0,7	70	4375	0	0	2833	
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-				0,2	20	1250	0	0	3046	
Уборка	2 декада октября		га	100	Комбайн John Deer	Жатка	29		9,3	930	58125	0	0		35048	
Перегрузка зерна в поле			т	288,5		Бункер-перегрузчик				2,4	240	15000	0	0		38553
Вывоз зерна с поля			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	Прицеп НЕФАЗ				2,2	220	13750	0	0		30041
Подработка зерна на ЗСК			т	288,5							0	25823	0	0		4602
ИТОГО:										3049	216385	525000	1066513	0	170681	
13. Ремонт и обслуживание	518529 руб.				16. Всего прямых затрат	3140554 руб.										
14. Амортизация	603143 руб.				17. Общепроизводственные расходы	1004977 руб.										
15. Прочее	40303 руб.				18. Затраты всего	4145532 руб.										
					в том числе на 1 га	41455 руб.										
					на 1 т	14369 руб.										

Таблица Ж.16 – Технологическая карта возделывания сорта сои Дебют, 2023 год (прямой посев, норма высева 700 тыс. шт./га)

Утверждаю	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА					Культура	соя			Производство прод-ции	урожай, т/га		валовый сбор, т		
Руководитель						Сорт	Дебют			Основной	2,745		274,5		
" " 2023 г.						Площадь	100								
ГКФХ "Сердюков А.Н."						Предшес	кукуруза			Побочной					
Название предприятия						Вариант	4			Норма высева семян т/га	0,146				
Наименование работ	Сроки проведения работ	Агротехнические требования	Объем работ		состав агрегата			норма выработки	Затраты, руб						
			единицы измерения	в физическом выражении	марка трактора, атомашины, комбайна	с/х. машины			горючее			Семена	СЗР	Удобрения	Оплата труда с отчислениями
						марка	кол-во		на единицу, л	всего, т	стоимость всего, руб				
А			В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Протравка семян	2 декада мая	Флудимакс 2 л/т, Круйзер 0,5 л/т	т	14,6					0,3	30	1875	0	116800		4670
Посев	3 декада мая	Соя Дебют, Сульфаммофос 20/20/14 0,050 т/га	га	100	Трактор New Holland	Сеялка AMAZONE DMC 9000		70	8,1	810	50625	613200	0	175000	10371
Подвоз семян и удобрений	3 декада мая		т/км	1	Автомобиль КАМАЗ				0,19	19	1188	0	0		8297
Обработка гербицидом сплошного действия	3 декада мая	Кайман 2 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6875	0	100000		3896
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ				0,7	70	4375	0	0		2833
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ				0,2	20	1250	0	0		3046
Обработка гербицидом по двудольным сорнякам	2 декада июня	Тифенс 0,006 кг/га Команч 0,4 кг/га Базатран 1,6 л/га Трейд 0,15 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6875	0	224413		3896
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ				0,7	70	4375	0	0		2833
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ				0,2	20	1250	0	0		3046
Обработка гербицидом по однодольным сорнякам	1 декада июля	Легат 0,6 л/га Супер мачо 0,06 л/га Трейд 0,4 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6875	0	72100		3896
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ				0,7	70	4375	0	0		2833
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ				0,2	20	1250	0	0		3046
Обработка фунгицидом, инсектицидом	3 декада июля	Амистар голд 1 л/га Клотиамет Дуо0,25 л/га Супер мачо 0,06 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	6875	0	395000		3896
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ				0,7	70	4375	0	0		2833
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ				0,2	20	1250	0	0		3046
Уборка	2 декада октября		га	100	Комбайн John Deer	Жатка		29	9,3	930	58125	0	0		35048
Перегрузка зерна в поле			т	274,5		Бункер-перегрузчик			2,4	240	15000	0	0		38553
Вывоз зерна с поля			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	Прицеп НЕФАЗ			2,2	220	13750	0	0		30041
Подработка зерна на ЗСК			т	274,5						0	24570	0	0		4602
ИТОГО:										3049	215132	613200	908313	175000	170681
13. Ремонт и обслуживание	512177	руб.			16. Всего прямых затрат	3239215	руб.								
14. Амортизация	603143	руб.			17. Общепроизводственные расходы	1036549	руб.								
15. Прочее	41569	руб.			18. Затраты всего	4275764	руб.								
					в том числе на 1 га	42758	руб.								
					на 1 т	15577	руб.								

Таблица Ж.17 – Технологическая карта возделывания сорта сои Дебют, 2024 год (рекомендованная технология, норма высева 400 тыс. шт./га)

Утверждаю	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА					Культура	соя			Производство прод-ции	урожай, т/га	валовый сбор, т			
Руководитель						Сорт	Дебют			Основной		2,245	224,5		
" " 2024 г.						Площадь	100								
ГКФХ "Сердюков А.Н."						Предшест	кукуруза			Побочной					
Название предприятия						Вариант	5			Норма высева семян т/га	0,085				
Наименование работ	Сроки проведения работ	Агротехнические требования	Объем работ		состав агрегата			норма выработки	Затраты, руб						
			единицы измерения	в физическом выражении	марка трактора, атомашины, комбайна	с/х. машины			горючее			Семена	СЗР	Удобрения	Оплата труда с отчислениями
						марка	кол-во		на единицу, л	всего, т	стоимость всего, руб				
А			В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Протравка семян	2 декада мая	Флудимакс 2 л/т, Круйзер 0,5 л/т	т	8,5				-	0,3	30	2460	0	65960		4967
Дискование, 1 след	2 декада мая	на глубину 16-18 см	га	100	Трактор New Holland	Дискатор RUBIN 12		40	13,6	1360	111520	0	0		17375
Дискование, 2 след	3 декада мая	на глубину 6-8 см	га	100	Трактор New Holland	Дискатор RUBIN 9		65	11,9	1190	97580	0	0		10692
Посев	3 декада мая	Соя Дебют, Сульфаммофос 20/20/14 0,050 т/га	га	100	Трактор New Holland	Сеялка AMAZONE DMC 9000		70	8,1	810	66420	378250		163450	11031
Подвоз семян и удобрений	3 декада мая		т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,19	19	1558	0	0		8825
Прикатывание посева	3 декада мая		га	100	Трактор John Deer	Каток Guttler		110	5,3	530	43460	0	0		6318
Обработка гербицидом по двудольным сорнякам	2 декада июня	Тифенз 0,006 кг/га Команч 0,4 кг/га Базагран 1,6 л/га Трейд 0,15 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	9020	0	191525		4144
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	5740	0	0		3013
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1640	0	0		3239
Обработка гербицидом по однодольным сорнякам	1 декада июля	Легат 0,6 л/га Супер мачо 0,06 л/га Трейд 0,4 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	9020	0	58800		4144
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	5740	0	0		3013
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1640	0	0		3239
Обработка фунгицидом, инсектицидом	3 декада июля	Амистар голд 1 л/га Клотиамет Дуо0,25 л/га Супер мачо 0,06 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	9020	0	334600		4144
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	5740	0	0		3013
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1640	0	0		3239
Уборка	2 декада октября		га	100	Комбайн John Deer	Жатка		29	9,3	930	76260	0	0		37279
Перегрузка зерна в поле			т	224,5	Трактор New Holland	Бункер-перегрузчик			2,4	240	19680	0	0		41006
Вывоз зерна с поля			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	Прицеп НЕФА3			2,2	220	18040	0	0		31953
Подработка зерна на ЗСК			т	224,5	ЗСК					0	20094	0	0		4895
ИТОГО:										5929	506272	378250	650885	163450	205531
13. Ремонт и обслуживание	759089	руб.			16. Всего прямых затрат	3404739	руб.								
14. Амортизация	697569	руб.			17. Общепроизводственные расходы	1089517	руб.								
15. Прочее	43694	руб.			18. Затраты всего	4494256	руб.								
					в том числе на 1 га	44943	руб.								
					на 1 т	20019	руб.								

Таблица Ж.18 – Технологическая карта возделывания сорта сои Дебют, 2024 год (рекомендованная технология, норма высева 500 тыс. шт./га)

Утверждаю	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА					Культура	соя		Производство прод-ции		урожай, т/га	валовый сбор, т			
Руководитель						Сорт	Дебют		Основной		2,385		238,5		
" " 2024 г.						Площадь	100								
ГКФХ "Сердюков А.Н."						Предшест	кукуруза		Побочной						
Название предприятия						Вариант	6		Норма высева семян т/га	0,107					
Наименование работ	Сроки проведения работ	Агротехнические требования	Объем работ		состав агрегата			норма выработки	Затраты, руб						
			единицы измерения	в физическом выражении	марка трактора, атомашины, комбайна	с/х. машины			горючее			Семена	СЗР	Удобрения	Оплата труда с отчислениями
						марка	кол-во		на единицу, л	всего, т	стоимость всего, руб				
А			В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Протравка семян	2 декада мая	Флудимакс 2 л/т, Круйзер 0,5 л/т	т	10,7				-	0,3	30	2460	0	83032		4967
Дискование, 1 след	2 декада мая	на глубину 16-18 см	га	100	Трактор New Holland	Дискатор RUBIN 12		40	13,6	1360	111520	0	0		17375
Дискование, 2 след	3 декада мая	на глубину 6-8 см	га	100	Трактор New Holland	Дискатор RUBIN 9		65	11,9	1190	97580	0	0		10692
Посев	3 декада мая	Соя Дебют, Сульфаммофос 20/20/14 0,050 т/га	га	100	Трактор New Holland	Сеялка AMAZONE DMC 9000		70	8,1	810	66420	476150	0	163450	11031
Подвоз семян и удобрений	3 декада мая		т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,19	19	1558	0	0		8825
Прикатывание посева	3 декада мая		га	100	Трактор John Deer	Каток Guttler		110	5,3	530	43460	0	0		6318
Обработка гербицидом по двудольным сорнякам	2 декада июня	Тифенс 0,006 кг/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	9020	0	191525		4144
Команч 0,4 кг/га		Трактор John Deer													
Базагран 1,6 л/га		Автомобиль КАМАЗ			-		0,7								
Подвоз воды		Трейд 0,15 л/га	т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1640	0	0		3239
Подвоз химии	1 декада июля	Легат 0,6 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	9020	0	58800		4144
Супер мачо 0,06 л/га		Трактор John Deer													
Трейд 0,4 л/га		Автомобиль КАМАЗ			-		0,7								
Обработка гербицидом по однодольным сорнякам	3 декада июля	Амистар голд 1 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	9020	0	334600		4144
Клотиамет Дуо0,25 л/га		Трактор John Deer													
Супер мачо 0,06 л/га		Автомобиль КАМАЗ			-		0,7								
Подвоз воды	2 декада октября		т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1640	0	0		3239
Подвоз химии		га	100	Комбайн John Deer	Жатка	29	9,3	930	76260	0	0		37279		
Уборка		т	238,5		Бункер-перегрузчик		2,4	240	19680	0	0		41006		
Перегрузка зерна в поле			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	Прицеп НЕФАЗ			2,2	220	18040	0	0		31953
Вывоз зерна с поля		т	238,5					0	21347	0	0		4895		
Подработка зерна на ЗСК															
ИТОГО:										5929	507525,420	476150,00	667957,000	163450,00	205530,555
13. Ремонт и обслуживание	766008 руб.			16. Всего прямых затрат	3529484,28 руб.										
14. Амортизация	697569 руб.			17. Общепроизводственные расходы	1129434,97 руб.										
15. Прочее	45294 руб.			18. Затраты всего	4658919,25 руб.										
				в том числе на 1 га	46589 руб.										
				на 1 т	19534 руб.										

Таблица Ж.19 – Технологическая карта возделывания сорта сои Дебют, 2024 год (рекомендованная технология, норма высева 600 тыс. шт./га)

Утверждаю	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА						Культура	соя			Производство прод-ции	урожай, т/га		валовый сбор, т	
Руководитель							Сорт	Дебют			Основной		2,397		239,7
" " 2024 г.							Площадь	100							
ГКФХ "Сердюков А.Н."							Предшест	кукуруза			Побочной				
Название предприятия							Вариант	7			Норма высева семян т/га	0,127			
Наименование работ	Сроки проведения работ	Агротехнические требования	Объем работ		состав агрегата			норма выработки	Затраты, руб						
			единицы измерения	в физическом выражении	марка трактора, атомашины, комбайна	с/х. машины			горючее			Семена	СЗР	Удобрения	Оплата труда с отчислениями
						марка	кол-во		на единицу, л	всего, т	стоимость всего, руб				
А			В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Протравка семян	2 декада мая	Флудимакс 2 л/т, Круйзер 0,5 л/т	т	12,7				-	0,3	30	2460	0	98552		4967
Дискование, 1 след	2 декада мая	на глубину 16-18 см	га	100	Трактор New Holland	Дискатор RUBIN 12		40	13,6	1360	111520	0	0		17375
Дискование, 2 след	3 декада мая	на глубину 6-8 см	га	100	Трактор New Holland	Дискатор RUBIN 9		65	11,9	1190	97580	0	0		10692
Посев	3 декада мая	Соя Дебют, Сульфаммофос 20/20/14 0,050 т/га	га	100	Трактор New Holland	Сеялка AMAZONE DMC 9000		70	8,1	810	66420	565150		163450	11031
Подвоз семян и удобрений	3 декада мая		т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,19	19	1558	0	0		8825
Прикатывание посева	3 декада мая		га	100	Трактор John Deer	Каток Guttler		110	5,3	530	43460	0	0		6318
Обработка гербицидом по двудольным сорнякам	2 декада июня	Тифенс 0,006 кг/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	9020	0	191525		4144
Подвоз воды		Команч 0,4 кг/га			Автомобиль КАМАЗ	-		0,7	70	5740	0	0		3013	
Подвоз химии		Базатран 1,6 л/га			Автомобиль КАМАЗ	-		0,2	20	1640	0	0		3239	
Обработка гербицидом по однодольным сорнякам	1 декада июля	Легат 0,6 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	9020	0	58800		4144
Подвоз воды		Супер мачо 0,06 л/га			Автомобиль КАМАЗ	-		0,7	70	5740	0	0		3013	
Подвоз химии		Трейд 0,4 л/га			Автомобиль КАМАЗ	-		0,2	20	1640	0	0		3239	
Обработка фунгицидом, инсектицидом	3 декада июля	Амистар голд 1 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	9020	0	334600		4144
Подвоз воды		Клотиамет Дуо0,25 л/га			Автомобиль КАМАЗ	-		0,7	70	5740	0	0		3013	
Подвоз химии		Супер мачо 0,06 л/га			Автомобиль КАМАЗ	-		0,2	20	1640	0	0		3239	
Уборка	2 декада октября		га	100	Комбайн John Deer	Жатка		29	9,3	930	76260	0	0		37279
Перегрузка зерна в поле			т	239,7		Бункер-перегрузчик			2,4	240	19680	0	0		41006
Вывоз зерна с поля			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	Прицеп НЕФА3			2,2	220	18040	0	0		31953
Подработка зерна на ЗСК			т	239,7						0	21455	0	0		4895
ИТОГО:										5929	507633	565150	683477	163450	205531
13. Ремонт и обслуживание	766601 руб.			16. Всего прямых затрат	3636073 руб.										
14. Амортизация	697569 руб.			17. Общепроизводственные расходы	1163543 руб.										
15. Прочее	46662 руб.			18. Затраты всего	4799616 руб.										
				в том числе на 1 га	47996 руб.										
				на 1 т	20023 руб.										

Таблица Ж.20 – Технологическая карта возделывания сорта сои Дебют, 2024 год (рекомендованная технология, норма высева 700 тыс. шт./га)

Утверждаю	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА						Культура	соя			Производство прод-ции	урожай, т/га		валовый сбор, т	
Руководитель							Сорт	Дебют			Основной		2,227		222,7
" " 2024 г.							Площадь	100							
ГКФХ "Сердюков А.Н."							Предшест	кукуруза			Побочной				
Название предприятия							Вариант	8			Норма высева семян т/га	0,148			
Наименование работ	Сроки проведения работ	Агротехнические требования	Объем работ		состав агрегата			норма выработки	Затраты, руб						
			единицы измерения	в физическом выражении	марка трактора, атомашины, комбайна	с/х. машины			горючее			Семена	СЗР	Удобрения	Оплата труда с отчислениями
						марка	кол-во		на единицу, л	всего, т	стоимость всего, руб				
A			B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Протравка семян	2 декада мая	Флудимакс 2 л/т, Круйзер 0,5 л/т	т	14,8				-	0,3	30	2460	0	114848		4967
Дискование, 1 след	2 декада мая	на глубину 16-18 см	га	100	Трактор New Holland	Дискатор RUBIN 12		40	13,6	1360	111520	0	0		17375
Дискование, 2 след	3 декада мая	на глубину 6-8 см	га	100	Трактор New Holland	Дискатор RUBIN 9		65	11,9	1190	97580	0	0		10692
Посев	3 декада мая	Соя Дебют, Сульфоаммофос 20/20/14 0,050 т/га	га	100	Трактор New Holland	Сеялка AMAZONE DMC 9000		70	8,1	810	66420	658600		163450	11031
Подвоз семян и удобрений	3 декада мая		т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,19	19	1558	0	0		8825
Прикатывание посева	3 декада мая		га	100	Трактор John Deer	Каток Guttler		110	5,3	530	43460	0	0		6318
Обработка гербицидом по двудольным сорнякам	2 декада июня	Тифенс 0,006 кг/га Комаңч 0,4 кг/га Базагран 1,6 л/га Трейд 0,15 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	9020	0	191525		4144
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	5740	0	0		3013
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1640	0	0		3239
Обработка гербицидом по однодольным сорнякам	1 декада июля	Легат 0,6 л/га Супер мачо 0,06 л/га Трейд 0,4 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	9020	0	58800		4144
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	5740	0	0		3013
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1640	0	0		3239
Обработка фунгицидом, инсектицидом	3 декада июля	Амистар голд 1 л/га Клотиамет Дуо0,25 л/га Супер мачо 0,06 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	9020	0	334600		4144
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	5740	0	0		3013
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1640	0	0		3239
Уборка	2 декада октября		га	100	Комбайн John Deer	Жатка		29	9,3	930	76260	0	0		37279
Перегрузка зерна в поле			т	222,7		Бункер-перегрузчик			2,4	240	19680	0	0		41006
Вывоз зерна с поля			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	Прицеп НЕФАЗ			2,2	220	18040	0	0		31953
Подработка зерна на ЗСК			т	222,7						0	19933	0	0		4895
ИТОГО:									5929	506111	658600	699773	163450		205531
13. Ремонт и обслуживание	758199 руб.				16. Всего прямых затрат	3737193 руб.									
14. Амортизация	697569 руб.				17. Общепроизводственные расходы	1195902 руб.									
15. Прочее	47960 руб.				18. Затраты всего	4933095 руб.									
					в том числе на 1 га	49331 руб.									
					на 1 т	22151 руб.									

Таблица Ж.21 – Технологическая карта возделывания сорта сои Дебют, 2024 год (прямой посев, норма высева 400 тыс. шт./га)

Утверждаю	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА					Культура	соя			Производство прод-ции	урожай, т/га		валовый сбор, т		
Руководитель						Сорт	Дебют			Основной		2,409		240,9	
" " 2024 г.						Площадь	100								
ГКФХ "Сердюков А.Н."						Предшест	кукуруза			Побочной					
Название предприятия						Вариант	1			Норма высева семян т/га	0,085				
Наименование работ	Сроки проведения работ	Агротехнические требования	Объем работ		состав агрегата			норма выработки	Затраты, руб						
			единицы измерения	в физическом выражении	марка трактора, атомашины, комбайна	с/х. машины			горючее			Семена	СЗР	Удобрения	Оплата труда с отчислениями
						марка	кол-во		на единицу, л	всего, т	стоимость всего, руб				
А			В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Протравка семян	2 декада мая	Флудимакс 2 л/т, Круйзер 0,5 л/т	т	8,5					0,3	30	2460	0	65960		4967
Посев	3 декада мая	Соя Дебют, Сульфоаммофос 20/20/14 0,050 т/га	га	100	Трактор New Holland	Сеялка AMAZONE DMC 9000		70	8,1	810	66420	378250	0	163450	11031
Подвоз семян и удобрений	3 декада мая		т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,19	19	1558	0	0		8825
Обработка гербицидом сплошного действия	3 декада мая	Кайман 2 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	9020	0	96000		4144
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	5740	0	0		3013
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1640	0	0		3239
Обработка гербицидом по двудольным сорнякам	2 декада июня	Тифенс 0,006 кг/га Команч 0,4 кг/га Базагран 1,6 л/га Трейд 0,15 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	9020	0	191525		4144
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	5740	0	0		3013
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1640	0	0		3239
Обработка гербицидом по однодольным сорнякам	1 декада июля	Легат 0,6 л/га Супер мачо 0,06 л/га Трейд 0,4 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	9020	0	58800		4144
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	5740	0	0		3013
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1640	0	0		3239
Обработка фунгицидом, инсектицидом	3 декада июля	Амистар голд 1 л/га Клотиамет Дуо0,25 л/га Супер мачо 0,06 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	9020	0	334600		4144
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	5740	0	0		3013
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1640	0	0		3239
Уборка	2 декада октября		га	100	Комбайн John Deer	Жатка		29	9,3	930	76260	0	0		37279
Перегрузка зерна в поле			т	240,9		Бункер-перегрузчик			2,4	240	19680	0	0		41006
Вывоз зерна с поля			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	Прицеп НЕФАЗ			2,2	220	18040	0	0		31953
Подработка зерна на ЗСК			т	240,9						0	21562	0	0		4895
ИТОГО:										3049	271580	378250	746885	163450	181543
13. Ремонт и обслуживание	541301	руб.		16. Всего прямых затрат		2923672	руб.								
14. Амортизация	603143	руб.		17. Общепроизводственные расходы		935575	руб.								
15. Прочее	37520	руб.		18. Затраты всего		3859247	руб.								
				в том числе на 1 га		38592	руб.								
				на 1 т		16020	руб.								

Таблица Ж.22 – Технологическая карта возделывания сорта сои Дебют, 2024 год (прямой посев, норма высева 500 тыс. шт./га)

Утверждаю	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА					Культура	соя		Производство прод-ции		урожай, т/га	валовый сбор, т			
Руководитель						Сорт	Дебют		Основной	2,5		250			
" " 2024 г.						Площадь	100		Побочной						
ГКФХ "Сердюков А.Н."						Предшест	кукуруза		Норма высева семян т/га		0,107				
Название предприятия						Вариант	2								
Наименование работ	Сроки проведения работ	Агротехнические требования	Объем работ		состав агрегата			норма выработки	Затраты, руб						
			единицы измерения	в физическом выражении	марка трактора, атомашины, комбайна	с/х. машины			горючее			Семена	СЗР	Удобрения	Оплата труда с отчислениями
А			В	1	2	3	4	5	на единицу, л	всего, т	стоимость всего, руб				
Протравка семян	2 декада мая	Флудимакс 2 л/т, Круйзер 0,5 л/т	т	10,7					0,3	30	2460	0	83032		4967
Посев	3 декада мая	Соя Дебют, Сульфоаммофос 20/20/14 0,050 т/га	га	100	Трактор New Holland	Сеялка AMAZONE DMC 9000		70	8,1	810	66420	476150		163450	11031
Подвоз семян и удобрений	3 декада мая		т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,19	19	1558	0	0		8825
Обработка гербицидом сплошного действия	3 декада мая	Кайман 2 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	9020	0	96000		4144
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	5740	0	0		3013
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1640	0	0		3239
Обработка гербицидом по двудольным сорнякам	2 декада июня	Тифенс 0,006 кг/га Команч 0,4 кг/га Базагран 1,6 л/га Трейд 0,15 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	9020	0	191525		4144
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	5740	0	0		3013
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1640	0	0		3239
Обработка гербицидом по однодольным сорнякам	1 декада июля	Легат 0,6 л/га Супер мачо 0,06 л/га Трейд 0,4 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	9020	0	58800		4144
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	5740	0	0		3013
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1640	0	0		3239
Обработка фунгицидом, инсектицидом	3 декада июля	Амистар голд 1 л/га Клотиамет Дуо0,25 л/га Супер мачо 0,06 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	9020	0	334600		4144
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	5740	0	0		3013
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1640	0	0		3239
Уборка	2 декада октября		га	100	Комбайн John Deer	Жатка		29	9,3	930	76260	0	0		37279
Перегрузка зерна в поле			т	250	Бункер-перегрузчик			2,4	240	19680	0	0		41006	
Вывоз зерна с поля			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	Прицеп НЕФАЗ			2,2	220	18040	0	0		31953
Подработка зерна на ЗСК				т	250					0	22377	0	0		4895
ИТОГО:									3049	272395	476150	763957	163450	181543	
13. Ремонт и обслуживание	545799 руб.			16. Всего прямых затрат	3045520 руб.										
14. Амортизация	603143 руб.			17. Общепроизводственные расходы	974566 руб.										
15. Прочее	39084 руб.			18. Затраты всего	4020086 руб.										
				в том числе на 1 га	40201 руб.										
				на 1 т	16080 руб.										

Таблица Ж.23 – Технологическая карта возделывания сорта сои Дебют, 2024 год (прямой посев, норма высева 600 тыс. шт./га)

Утверждаю	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА					Культура	соя			Производство прод-ции	урожай, т/га		валовый сбор, т		
Руководитель						Сорт	Дебют			Основной		2,519		251,9	
" " 2024 г.						Площадь	100								
ГКФХ "Сердюков А.Н."						Предшест	кукуруза			Побочной					
Название предприятия						Вариант	3			Норма высева семян т/га	0,127				
Наименование работ	Сроки проведения работ	Агротехнические требования	Объем работ		состав агрегата			норма выработки	Затраты, руб						
			единицы измерения	в физическом выражении	марка трактора, атомашины, комбайна	с/х. машины			горючее			Семена	СЗР	Удобрения	Оплата труда с отчислениями
						марка	кол-во		на единицу, л	всего, т	стоимость всего, руб				
А			В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Протравка семян	2 декада мая	Флудимакс 2 л/т, Круйзер 0,5 л/т	т	12,7					0,3	30	2460	0	98552		4967
Посев	3 декада мая	Соя Дебют, Сульфаммофос 20/20/14 0,050 т/га	га	100	Трактор New Holland	Сеялка AMAZONE DMC 9000		70	8,1	810	66420	565150		163450	11031
Подвоз семян и удобрений	3 декада мая		т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,19	19	1558	0	0		8825
Обработка гербицидом сплошного действия	3 декада мая	Кайман 2 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	9020	0	96000		4144
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	5740	0	0		3013
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1640	0	0		3239
Обработка гербицидом по двудольным сорнякам	2 декада июня	Тифенс 0,006 кг/га Команч 0,4 кг/га Базагран 1,6 л/га Трейд 0,15 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	9020	0	191525		4144
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	5740	0	0		3013
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1640	0	0		3239
Обработка гербицидом по однодольным сорнякам	1 декада июля	Легат 0,6 л/га Супер мачо 0,06 л/га Трейд 0,4 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	9020	0	58800		4144
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	5740	0	0		3013
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1640	0	0		3239
Обработка фунгицидом, инсектицидом	3 декада июля	Амистар голд 1 л/га Клотиамет Дуо0,25 л/га Супер мачо 0,06 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	9020	0	334600		4144
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	5740	0	0		3013
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1640	0	0		3239
Уборка	2 декада октября		га	100	Комбайн John Deer	Жатка		29	9,3	930	76260	0	0		37279
Перегрузка зерна в поле			т	251,9		Бункер-перегрузчик			2,4	240	19680	0	0		41006
Вывоз зерна с поля			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	Прицеп НЕФАЗ			2,2	220	18040	0	0		31953
Подработка зерна на ЗСК			т	251,9						0	22547	0	0		4895
ИТОГО:										3049	272565	565150	779477	163450	181543
13. Ремонт и обслуживание	546738 руб.			16. Всего прямых затрат			3152522 руб.								
14. Амортизация	603143 руб.			17. Общепроизводственные расходы			1008807 руб.								
15. Прочее	40457 руб.			18. Затраты всего			4161329 руб.								
				в том числе на 1 га			41613 руб.								
				на 1 т			16520 руб.								

Таблица Ж.24 – Технологическая карта возделывания сорта сои Дебют, 2024 год (прямой посев, норма высева 700 тыс. шт./га)

Утверждаю	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА					Культура	соя			Производство прод-ции		урожай, т/га		валовый сбор, т	
Руководитель						Сорт	Дебют			Основной		2,401		240,1	
" " 2024 г.						Площадь	100								
ГКФХ "Сердюков А.Н."						Предшест	кукуруза			Побочной					
Название предприятия						Вариант	4			Норма высева семян т/га		0,148			
Наименование работ	Сроки проведения работ	Агротехнические требования	Объем работ		состав агрегата			норма выработки	Затраты, руб						
			единицы измерения	в физическом выражении	марка трактора, атомашины, комбайна	с/х. машины			горючее			Семена	СЗР	Удобрения	Оплата труда с отчислениями
						марка	кол-во		на единицу, л	всего, т	стоимость всего, руб				
А			В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Протравка семян	2 декада мая	Флудимакс 2 л/т, Круйзер 0,5 л/т	т	14,8					0,3	30	2460	0	114848		4967
Посев	3 декада мая	Соя Дебют, Сульфаммофос 20/20/14 0,050 т/га	га	100	Трактор New Holland	Сеялка AMAZONE DMC 9000		70	8,1	810	66420	658600		163450	11031
Подвоз семян и удобрений	3 декада мая		т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,19	19	1558	0	0		8825
Обработка гербицидом сплошного действия	3 декада мая	Кайман 2 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	9020	0	96000		4144
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	5740	0	0		3013
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1640	0	0		3239
Обработка гербицидом по двудольным сорнякам	2 декада июня	Тифенс 0,006 кг/га Команч 0,4 кг/га Базагран 1,6 л/га Трейд 0,15 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	9020	0	191525		4144
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	5740	0	0		3013
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1640	0	0		3239
Обработка гербицидом по однодольным сорнякам	1 декада июля	Легат 0,6 л/га Супер мачо 0,06 л/га Трейд 0,4 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	9020	0	58800		4144
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	5740	0	0		3013
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1640	0	0		3239
Обработка фунгицидом, инсектицидом	3 декада июля	Амистар голд 1 л/га Клотниамет Дуо0,25 л/га Супер мачо 0,06 л/га	га	100	Трактор John Deer	Прицепной опрыскиватель AMAZONE UX 5200		205	1,1	110	9020	0	334600		4144
Подвоз воды			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,7	70	5740	0	0		3013
Подвоз химии			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	-			0,2	20	1640	0	0		3239
Уборка	2 декада октября		га	100	Комбайн John Deer	Жатка		29	9,3	930	76260	0	0		37279
Перегрузка зерна в поле			т	240,1		Бункер-перегрузчик			2,4	240	19680	0	0		41006
Вывоз зерна с поля			т/км	1	Автомобиль КАМАЗ	Прицеп НЕФАЗ			2,2	220	18040	0	0		31953
Подработка зерна на ЗСК			т	240,1						0	21491	0	0		4895
ИТОГО:									3049	271509	658600	795773	163450		181543
13. Ремонт и обслуживание	540906 руб.			16. Всего прямых затрат		3256717 руб.									
14. Амортизация	603143 руб.			17. Общепроизводственные расходы		1042149 руб.									
15. Прочее	41794 руб.			18. Затраты всего		4298866 руб.									
				в том числе на 1 га		42989 руб.									
				на 1 т		17904 руб.									

Таблица Ж.25 – Экономическая эффективность возделывания сои (2022 год)

Показатели	Рекомендованная технология (фактор А)					Прямой посев (фактор А)				
	400	500	600	700	средняя по фактору А	400	500	600	700	средняя по фактору А
Норма высева, тыс. шт./га (фактор В)										
Цена реализации, руб./т	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000
Урожайность, ц/га	32,13	32,26	32,79	31,86	32,26	31,73	31,96	32,35	32,83	32,22
Стоимость валовой продукции, руб./га	96 390	96 780	98 370	95 580	96 780	95 190	95 880	97 050	98 490	96 660
Общие затраты, руб./га	42 354	43 699	45 135	46 410	44 400	37 198	38 550	39 976	41 344	39 267
Прибыль, руб./га	54 036	53 081	53 235	49 170	52 380	57 992	57 330	57 074	57 146	57 393
Себестоимость, руб./тонн	13 182	13 546	13 765	14 567	13 763	11 723	12 062	12 357	12 593	12 184
Прибыль, руб./т	16 818	16 454	16 235	15 433	16 237	18 277	17 938	17 643	17 407	17 816
Уровень рентабельности, %	128,0	121,0	118,0	106,0	118,0	156,0	149,0	143,0	138,0	146,0

Таблица Ж.26 – Экономическая эффективность возделывания сои (2023 год)

Показатели	Рекомендованная технология (фактор А)					Прямой посев (фактор А)				
Норма высева, тыс. шт./га (фактор В)	400	500	600	700	средняя по фактору А	400	500	600	700	средняя по фактору А
Цена реализации, руб./т	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000
Урожайность, ц/га	25,79	27,68	27,07	26,05	26,65	27,45	28,59	28,85	27,45	28,09
Стоимость валовой продукции, руб./га	90 265	96 880	94 745	91 175	93 275	96 075	100 065	100 975	96 075	98 315
Общие затраты, руб./га	43 731	45 440	46 733	48 063	45 992	38 612	40 099	41 455	42 758	40 731
Прибыль, руб./га	46 534	51 440	48 012	43 112	47 283	57 463	59 966	59 520	53 317	57 584
Себестоимость, руб./тонн	16 957	16 416	17 264	18 450	17 272	14 066	14 026	14 369	15 577	14 509
Прибыль, руб./т	18 043	18 584	17 736	16 550	17 728	20 934	20 974	20 631	19 423	20 491
Уровень рентабельности, %	106,0	113,0	103,0	90,0	103,0	149,0	150,0	144,0	125,0	142,0

Таблица Ж.27 – Экономическая эффективность возделывания сои (2024 год)

Показатели	Рекомендованная технология (фактор А)					Прямой посев (фактор А)				
Норма высева, тыс. шт./га (фактор В)	400	500	600	700	средняя по фактору А	400	500	600	700	средняя по фактору А
Цена реализации, руб./т	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000
Урожайность, ц/га	22,45	23,85	23,97	22,27	23,14	24,09	25,00	25,19	24,01	24,57
Стоимость валовой продукции, руб./га	78 575	83 475	83 895	77 945	80 990	84 315	87 500	88 165	84 035	85 995
Общие затраты, руб./га	44 943	46 589	47 996	49 331	47 215	38 592	40 201	41 613	42 989	40 849
Прибыль, руб./га	33 632	36 886	35 899	28 614	33 775	45 723	47 299	46 552	41 046	45 146
Себестоимость, руб./тонн	20 019	19 534	20 023	22 151	20 432	16 020	16 080	16 520	17 904	16 631
Прибыль, руб./т	14 981	15 466	14 977	12 849	14 568	18 980	18 920	18 480	17 096	18 369
Уровень рентабельности, %	75,0	79,0	75,0	58,0	71,0	118,0	118,0	112,0	95,0	110,0

Приложение II. Акт внедрения

УТВЕРЖДАЮ
ГКФХ «Сердюков А.Н.»


А.Н. Сердюков
« 7 » декабря 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ
Ректор ФГБОУ ВО
Дальневосточного ГАУ


П.В. Тихончук
« 7 » декабря 2025 г.



АКТ ВНЕДРЕНИЯ

результатов научно-исследовательских работ

Мы, нижеподписавшиеся, представитель Заказчика ГКФХ «Сердюков А.Н.» Сердюков А.Н. и Исполнитель от ФГБОУ ВО Дальневосточного ГАУ В.В. Гетманский составили настоящий акт о том, что в 2025 году в результате проведения научно-исследовательской работы по теме «Агроэкономическое обоснование применения прямого посева при возделывании сои в Амурской области» было установлено, что применение прямого посева при норме высева 500 тыс. шт. семян сои по стерне кукурузы на площади 400 га оказало равноценное влияние на урожайность в сравнении с реализуемой в хозяйстве технологией (при такой же норме высева). Урожайность сои сорт Дебют составила 2,5 т/га на обоих вариантах.

Дополнительная прибыль при прямом посеве составила 6388 руб./га, себестоимость 1 тонны семян сои снизилась на 3454 рублей или 13,8%. Уровень рентабельности возрос на 27%.

Проведенная оценка с учетом себестоимости выращивания свидетельствует о преимуществе прямого посева для повышения уровня рентабельности производства сои.

Представитель Заказчика от
ГКФХ «Сердюков А.Н.»


А.Н. Сердюков
« 7 » декабря 2025 г.

Представитель Исполнителя от
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ


В.В. Гетманский
« 7 » декабря 2025 г.