

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

На правах рукописи

Созонова Анастасия Николаевна

**ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ И СЕЛЕКЦИОННАЯ
ЦЕННОСТЬ СКОРОСПЕЛЫХ СОРТОВ СОИ
В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ЗАУРАЛЬЯ**

06.01.05 – селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений

Диссертация на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор А.С. Иваненко

Тюмень 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1 СОЯ В СИБИРИ И ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ).....	9
1.1 Значение сои как сельскохозяйственной культуры.....	9
1.2 Биологические особенности сои.....	16
1.3 Интродукция и производство сои в России и Сибири.....	24
1.4 Адаптивность, стабильность и пластичность сортов сои.....	35
ГЛАВА 2 МЕСТО, УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ	43
2.1 Природно-климатические особенности лесостепной зоны Зауралья.....	43
2.2 Погодные условия в годы исследований.....	49
2.3 Объект исследования.....	53
2.4 Методика выполнения полевых и лабораторных исследований.....	57
ГЛАВА 3 ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛЕКЦИИ СОРТОВ СОИ.....	62
ГЛАВА 4 ХАРАКТЕРИСТИКА СКОРОСПЕЛЫХ СОРТОВ СОИ ПО ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ.....	74
4.1 Продолжительность вегетационного периода.....	74
4.2 Полевая всхожесть семян, густота стояния, выживаемость и сохранность растений к уборке.....	78
4.3 Высота растений и устойчивость к полеганию.....	84
4.4 Формирование площади листьев у сортов сои.....	90
4.5 Поражение посевов сои болезнями и повреждение вредителями.....	101
4.6 Облиственность растений, урожайность и кормовая ценность зелёной массы и сена сои.....	103
ГЛАВА 5 ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ СЕМЯН СОИ	110

5.1 Урожайность и параметры адаптивности.....	110
5.2 Элементы структуры урожайности.....	116
ГЛАВА 6 ФИЗИЧЕСКИЕ, ПОСЕВНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕМЯН СОИ.....	124
6.1 Физические свойства семян.....	124
6.2 Посевные качества семян.....	130
6.3 Содержание протеина и жира в семенах.....	138
ГЛАВА 7 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СКОРОСПЕЛЫХ СОРТОВ СОИ	142
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	148
РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СЕЛЕКЦИОННОЙ РАБОТЫ И ПРОИЗВОДСТВА.....	149
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	150
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	167

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Соя – универсальная пищевая и кормовая культура. Соевый белок по аминокислотному составу близок к белку животного происхождения. В больших объёмах сою используют как компонент для производства хлеба, кондитерских изделий, колбас, маргарина, детского питания и другой, в том числе диетической, продукции. Соя - хороший корм для животных (сено, силос, жмых, шрот, концентраты) и сырьё для производства многих промышленных и медицинских товаров (Зеленская и др., 2016; Макарова, 2018).

По литературным данным (Кашеваров и др., 2004), в 1 кг семян сои содержится 250-340 г перевариваемого белка, 100-150 г жира и 1,36-1,45 к.ед. Соевый жмых после извлечения жира содержит 380-425 г перевариваемого протеина, 100-150 г сырого жира и 1,26 к.ед. Зелёная масса сои также отличный корм, содержащий 4,5 % протеина, 1% жира, 6,2 % клетчатки, 2 % минеральных веществ, 11 % биологически активных веществ. Белок сои содержит все незаменимые аминокислоты в сумме около 41 мг в 100 г семян.

Соя – отличный предшественник для многих сельскохозяйственных культур. После сои в почве остаётся достаточное количество азота, что снижает необходимость внесения предпосевного минерального удобрения под культуру.

О том, что соя может расти и плодоносить в южной части Тюменской области известно с 1936 г., когда была опубликована первая статья о выращивании сои (Опыт разведения сои..., 1936). Однако прошло около 60 лет интродукционной работы, прежде чем в Сибири были созданы скороспелые сорта сои, пригодные для производственных условий в южной части Тюменской области. Работой по акклиматизации сои в Тюменской области занимались И.Н. Медведев, А.Я. Митриковский (1992), Л.В. Велижанских (2011).

Серьёзным препятствием для увеличения посевных площадей под соей стало отсутствие адаптированных к местным метеорологическим условиям сортов. В настоящее время актуально проводить работу по адаптации сортов сои, сочетающих скороспелость, высокую урожайность и качество продукции.

Цель исследований – на основе комплексной оценки биологических и хозяйственно-ценных признаков скороспелых сортов сои выделить наиболее адаптивные для дальнейшего использования в селекции в качестве источника ценных признаков и свойств и сельскохозяйственном производстве лесостепи Зауралья.

Задачи исследований:

- дать оценку коллекционным образцам сои по хозяйственно-ценным признакам; выделить из них адаптивные к условиям лесостепи Зауралья для использования в качестве исходного материала в селекции;
- провести комплексную оценку скороспелых сортов сои по:
 - 1) продолжительности вегетационного периода;
 - 2) полевой всхожести семян, густоте стояния, выживаемости и сохранности растений к уборке;
 - 3) высоте растений и устойчивости к полеганию;
 - 4) формированию площади листьев;
 - 5) поражению посевов сои болезнями и повреждению вредителями;
 - 6) облиственности растений, урожайности и кормовой ценности зелёной массы и сена сои;
 - 8) урожайности семян, показателям экологической пластичности и стабильности;
 - 9) формированию элементов структуры урожая;
 - 10) технологическим и посевным качествам семян;
- выявить корреляционную зависимость между отдельными хозяйственно-ценными признаками;
- определить экономическую эффективность возделывания сои.

Научная новизна работы. Впервые в лесостепи Зауралья проведено испытание коллекционных образцов сои по хозяйственно-биологическим и селекционным признакам. Выделены адаптивные к местным природно-климатическим условиям сорта сои: Касатка, Чера 1, Краснообская, СибНИИК-315 как источники ценных признаков для дальнейшего использования в селекции и в сельскохозяйственном производстве. Проведена комплексная оценка скороспелых сортов сои по хозяйственно-ценным признакам и урожайности на экологическую пластичность и стабильность, а также установлена связь урожайности с показателями качества семян сои и элементами её структуры.

Практическая значимость работы. В результате проведённых исследований выделены и рекомендованы как источники ценных признаков, а также для использования в сельскохозяйственном производстве лесостепной зоны Зауралья скороспелые сорта сои: Чера 1, Касатка, Краснообская и СибНИИК-315.

Внедрение результатов исследования выполнено в ООО «Заводоуковский маслозавод» Тюменской области (прил. 19). Материалы диссертации используются в учебном процессе ФГБОУ ВО «ГАУ Северного Зауралья» по направлениям подготовки: 35.03.04 «Агрономия» и 36.03.02 «Зоотехния» в рамках дисциплины «Технология производства сельскохозяйственных культур».

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Сортообразцы сои с ценными хозяйственно-биологическими признаками являются источниками как исходный материал в селекционном процессе;
2. Возделывание в лесостепи Северного Зауралья скороспелых сортов сои, сочетающих высокую урожайность и технологические качества с адаптивностью, экономически целесообразно.

Апробация работы. Результаты исследования докладывались на: IX Всероссийской научно-практической конференции молодых учёных

«Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодёжи» (Курган, 2017); Всероссийской научно-практической конференции «Современные научно-практические решения в АПК» (Тюмень, 2017); Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса России» (Благовещенск, 2017); V и VI Международных научно-практических конференциях «Коняевские чтения» (Екатеринбург, 2016, 2017); Первом и Втором Международных форумах: «Зернобобовые культуры – развивающееся направление в России» (Омск, 2016, 2018); Международной научно-практической конференции аспирантов и молодых ученых «Новый взгляд на развитие аграрной науки» (Тюмень, 2018); VIII Сибирские Прянишниковские агрохимические чтения: Международной научно-производственной конференции «Плодородие почв и оценка продуктивности земледелия» (Тюмень, 2018), II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции «Современные научно-практические решения в АПК» (Тюмень, 2018).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 18 печатных работ, в том числе 6 – в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ.

Личный вклад соискателя. Автором собраны образцы семян сортов сои сибирского и северного экотипов, проведены полевые и лабораторные исследования, проведена статистическая обработка и обобщены результаты исследований, проведена апробация результатов исследования, подготовлены к публикации статьи, написан текст диссертации.

Объём и структура диссертации. Работа изложена на 187 страницах. Состоит из введения, 7 глав, заключения, рекомендаций производству, списка использованной литературы, приложений. Содержит 59 таблиц, 24 рисунка, 19 приложений. Библиографический список содержит 170 источников, из них 7 – на иностранных языках.

Автор выражает искреннюю благодарность и признательность научному руководителю – доктору сельскохозяйственных наук, профессору А.С. Иваненко. Особую признательность выражаю всему коллективу кафедры технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства ГАУ Северного Зауралья за поддержку и сотрудничество в проведении исследований и обсуждении их результатов, генеральному директору ООО «Заводоуковский маслозавод» М.Н. Докшину за помощь в выполнении лабораторных анализов и проведении в его хозяйстве производственных испытаний сортов сои. Родным – за поддержку и понимание.

ГЛАВА 1 СОЯ В СИБИРИ И ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1 Значение сои как сельскохозяйственной культуры

Соя наиболее распространенная сельскохозяйственная белково-масличная культура в мировом земледелии, однако в Тюменской области её возделывание находится в самом зачаточном состоянии.

Когда какие-либо сельскохозяйственные растения начинают выращивать на новом месте, где прежде их никогда не возделывали, надо хорошо знать не только их положительные (полезные) признаки и свойства, но и отрицательные. Это особенно важно применительно к сое, у которой имеется как много ценных хозяйственно – биологических признаков и свойств, так и вредных, мешающих полноценному использованию её семян.

Соя имеет агротехническое, пищевое, кормовое, техническое и лечебное значение.

Агротехническая роль сои состоит в том, что она относится к семейству бобовых растений и как все растения этого семейства обладает способностью связывать свободный азот атмосферы, благодаря сожительству с особыми почвенными бактериями из родов *Rhizobium* и *Bradyrhizobium*, превращать его в химически связанное состояние. Этот связанный азот не только сразу используется растениями самой сои, но и остаётся в почве с корне – пожнивными остатками и достаётся следующим культурам, высеваемым на месте сои, повышая их урожай. Поля сои работают непрерывно, как биофабрики, забирая свободный азот атмосферы, и переводя его в связанную форму без использования внешней дополнительной энергии, кроме солнечной. В лесостепи Тюменской области выращивается одна бобовая культура – горох, вика практически исчезла с полей, поэтому необходимо расширять площади посевов неполегающей сои для увеличения набора

культур в севооборотах, которые перенасыщены злаковыми (мятликовыми) растениями (Кашеваров, 1994; Гурибская, 2014; Гончаров, 2015).

Растения сои обладают своеобразной биологической способностью забирать из почвы на участке, где они выращиваются, тяжёлые металлы и радионуклиды, и откладывать их в зелёной массе и семенах. По этой причине сою нельзя сеять там, где могут выпадать радиоактивные осадки, а с ними – соли тяжёлых металлов: вблизи атомных электростанций (АЭС), автодорог с интенсивным движением, на месте бывших свалок. В случае сомнений, зелёную массу и семена надо подвергнуть анализу в агрохимических лабораториях. Также соя в составе корма и пищи забирает из организма животных и людей соли тяжёлых металлов и радионуклидов и выводит их с отходами жизнедеятельности. Это так называемое протекторное действие растений и семян сои очень интересно и важно как для очистки полей от антропогенной грязи, так и организмов людей и животных (Ваймер, 2006). Соя растёт и даёт урожай зелёной массы и семян даже на бедных почвах. В то же время соя оставляет после себя мало растительных остатков, и к тому же они быстро разлагаются. Она, как мощный насос, выкачивает из почвы много питательных веществ для создания урожая семян.

Пищевая и кормовая ценность сои состоит в том, что соя – одна из немногих в умеренном поясе Земли белково – масличных культур, накапливающих в семенах значительное количество пищевого и кормового жира (масла) и протеина (белка). Соевое масло – одно из самых ценных пищевых масел. В лесостепной зоне Тюменской области, по нашим данным, в семенах сои его накапливается от 15 до 20 % в перерасчёте на сухое вещество. Это практически столько же, сколько накапливается в южных регионах России и за рубежом. Масло содержит много ненасыщенных жирных кислот, чем и ценно. Оно усваивается организмом человека на 95 – 100 %, в нём нет холестерина (Вавилов, 1986; Балакай, 2003; Баранов, 2005; Омелянюк и др., 2013; Гуринбал Сингх, 2014; Демченко, 2018).

В семенах содержится лецитин – соединение жирных кислот с солями фосфора (фосфолипиды). Они способствуют работе биологических мембран в клетках растений и животных, снижают синтез холестерина и отложение жиров в печени, участвуют в жировом обмене в организмах, то есть имеют целебное значение.

Протеин (белки) сои также очень ценны в питании людей и животных. По нашим данным, протеина в семенах сои в лесостепи Тюменской области накапливается от 36 до 47 %. Это ничем не меньше, чем в сое, выращенной в более южных регионах России и за рубежом.

До 90 % соевого белка растворимо в воде, и в этом его главная ценность, так как он быстро усваивается организмами людей и животных. По этой причине из сои надо готовить жидкие блюда из сваренных и измельчённых семян. Соя отварная, печёная, поджаренная усваивается заметно хуже.

Соевый протеин имеет исключительно ценный аминокислотный состав. Он называется полноценным, так как в нём содержатся все необходимые человеку и животным незаменимые аминокислоты: лизин, триптофан, метионин, лейцин, изолейцин, фенилаланин, треонин, валин, то есть по химическому составу соевый белок близок к протеину животного происхождения (Балакай, 2003; Баранов, 2005; Петибская, 2012; Лукомец и др., 2013; Омелянюк, 2015; Демченко, 2018).

Ни одно другое сельскохозяйственное растение умеренных широт, кроме сои, не даёт такого высокого сбора протеина и жира с единицы площади посева за сравнительно короткий вегетационный период.

Семена сои содержат до 31 % углеводов: сахаров, крахмала, клетчатки, пектина; многие из них растворимы в воде и хорошо усваиваются. Протеин и жир сои применяются в технике как сырьё для изготовления пластмасс, клея, защитных покрытий: лаков, красок, мыла; взрывчатых веществ и многого другого (Мякушко, Баранова, 1984; Петибская и др., 2001; Щегорец, 2002).

Семена сои имеют своеобразный набор витаминов. В них нет витаминов С, В₁₂, Д, очень мало каротина (провитамина А), В₂, В₃, В₆, зато очень много витамина Е (альфатокоферола) – природного сильного антиоксиданта, В₁, В₄, РР (Лещенко, 1948; Карягин, 1978; Мессина и др., 1994; Масличные культуры: перспективы..., 2018).

Богат микроэлементный состав семян сои. Особенно много в них солей фосфора, железа, кальция, магния, натрия, калия. Минеральная часть сои имеет щелочную реакцию в отличие от кислой реакции у злаков. В семенах сои содержится 14 микроэлементов, необходимых людям и животным от йода до стронция и циркония (Шпаар и др., 2000; Петибская, 2012).

В странах юго-восточной Азии, где соя – традиционная культура, возделываемая несколько тысяч лет, из её семян готовят сотни видов продуктов питания и кулинарных блюд. Теперь семенами сои интересуется перерабатывающая промышленность, где с помощью новых приборов и оборудования на основе глубокого изучения биохимического состава семян производится множество разнообразных продуктов питания (Ващенко, 2014; Annemarie Stopp, 2018).

В первую очередь издавна производится соевая мука полножирная, необезжиренная, полуобезжиренная и обезжиренная, которую используют в хлебопечении, кондитерской, мясоперерабатывающей и комбикормовой промышленности. Из муки готовят соевые белковые концентраты и изоляты для добавления в полуфабрикаты, чтобы удержать воду, сок, придать продукту необходимую консистенцию (Лукомец и др., 2013; Морозов, 2014; Бурка, 2015).

Из соевой муки готовят соевое молоко (напиток), используемое в кулинарии и вместо коровьего молока в питании людей и кормлении молодняка животных. Из него делают соевый кефир, сметану, майонез, творог, сыр (тофу), йогурты и другие соевые продукты. Известны соевые соусы, разнообразные приправы (пенки), заменители мяса и многое – многое другое.

В России пищевые продукты из сои изготавливают только там, где население успело привыкнуть к сое и её продуктам: Дальний Восток, Северный Кавказ и др. В Тюмень стали завозить соевые продукты, их продают в магазинах «здорового питания». При расширении посевов сои будет способствовать привыканию населения к сое и использованию её в кормлении скота и питании людей (Гурикбал Сингх, 2014; Скрипко, 2017).

Зелёная масса и сено сои, посеянной со злаковыми культурами (овёс), более урожайна, а корм более питателен, так как за счёт злаков он обогащён углеводами.

Соевая солома после уборки семян содержит до 5 % протеина и 2 % жира – это больше, чем в овсяной соломе, считающейся самой питательной. Солома сои более ценный объёмный корм для жвачных животных, но её надо тщательно готовить к скармливанию, поскольку она очень грубая и жёсткая.

Побочные продукты при производстве масла – жмыхи и шроты – очень ценные белковые корма для скота разного возраста. По биологической ценности – содержание незаменимых аминокислот – они занимают второе место после кормовых дрожжей и мясокостной муки. В шротах нет антипитательных веществ (Шпаар и др., 2000; Калашникова, 2003; Макарец, 2012; Григорьев, 2016).

Целебные свойства сои также необходимо использовать в жизни. Соя незаменима людям, страдающим аллергией на животные белки, сердечно-сосудистыми заболеваниями, атеросклерозом, гипертонией, ишемической болезнью сердца, диабетом, ожирением, запорами, избыточным холестерином, болезнями опорно-двигательного аппарата – артритом и артрозом (Мессина, 1994; Тутельян, 2006).

Нежелательные признаки и свойства семян сои состоят в том, что они содержат в себе заметное количество так называемых антипитательных (антикормовых) веществ – химических соединений сложного состава. Соя в этом отношении не исключение. Семена и плоды многих сельскохозяйственных растений содержат антипитательные вещества, но эти

растения используют повсеместно, так как знают приёмы устранения или обезвреживания антипитательных веществ.

Например, наши основные хлебные культуры рожь и пшеница содержат в зерне антипитательные вещества 5 - алкилрезорцины – 0,5 и 0,25 % по массе соответственно в свежем зерне. Они сдерживают процесс усвоения протеина в организме людей и животных. Однако во время хранения зерна эти вещества саморазрушаются, а при размоле отходят в отруби (Посыпанов и др., 2007).

В основной хлебной культуре – мягкой пшенице – содержится белковое вещество клейковина, или по современному – глютен, благодаря которому можно выпекать разнообразные хлебные изделия от блинов до караваев. Однако есть люди, которым глютен вреден для здоровья, им прописывают хлеб из безглютеновой пшеницы или безглютеновых культур: овса, кукурузы, сои, проса, риса.

Родственники сои по семейству бобовых – горох, бобы, чечевица, виды фасоли: обыкновенная, многоцветковая, золотистая, угловатая – содержат в семенах антипитательные вещества, в первую очередь вызывающие обильное образование газов – углекислого и метана – в нижнем отделе кишечного тракта и их выделение (метеоризм). Эти вещества – сложные углеводы (полисахариды), которые не усваиваются организмом человека, но служат пищей для микроорганизмов в прямой кишке (Möller, 2001; Кашеваров и др., 2004).

Есть ещё антипитательные вещества – фитаты, танин, фенол. Они снижают всасывание организмом минеральных веществ – железа и цинка.

В семенах сои антипитательных веществ особенно много по сравнению с другими бобовыми. В масле сои имеется до 8 % линолевой жирной трижды ненасыщенной кислоты (C18:3), она легко окисляется на свету и на воздухе, от этого масло приобретает неприятный запах. До 6 % массы семян составляют белки, ингибиторы трипсина, пищеварительного фермента животных. Около 3% массы семян представлены лектинами

(гемагглютинины), которые вызывают агглютинацию (склеивание) красных кровяных телец в крови животных и людей. Фермент липоксигеназа ускоряет окисление ненасыщенных жирных кислот, появляется неприятный запах (Рожанская, 2005). Самые опасные из них – ингибиторы ферментов протеаз, в первую очередь – фермента поджелудочной железы – уреазы, разрушающей протеины корма до аминокислот и способствующие их всасыванию организмом людей и животных. Если уреазы не дезактивирована, продуктивность животных снижается на 30-50%. Особенно опасно это для молодняка (Кашеваров и др., 2004).

К антипитательным веществам относятся полифенольные соединения (танины, изофлавоны экстрогенного действия), глюкозиды (сапонины, альфа-галактоза), авитамины (липоксигеназа, ингибиторы цианкобаламины), фитаты, лектины. Эти вещества нужны растениям сои во время роста и развития, формирования, налива семян и их хранения, они выполняют защитные функции против ряда возбудителей болезней и насекомых – вредителей (Кашеваров и др., 2004; Ващенко и др., 2014; Самойленко, 2016).

Несмотря на очень разнообразное и сильно отрицательное действие антипитательных веществ на организм людей и животных, они оказывают существенную пользу: сдерживают развитие раковых клеток, защищают от действия радиации и свободных радикалов, предотвращают заболевания сердца и сосудов, заболевания кишечника раком. В ряде стран из семян сои извлекают антипитательные вещества и готовят из них лекарственные препараты.

Чтобы антипитательные вещества в полную меру не проявили своё действие, семена сои не едят и не скармливают сырыми. Их обязательно готовят, применяя уже известные приёмы: вымачивание в холодной воде 10 – 12 часов, при этом вымывается большинство антипитательных веществ. Воду сливают и варят в новой воде не менее полчаса в кормозапарниках, варочных котлах, автоклавах, которые есть на всех животноводческих комплексах. Есть установки для прожаривания семян сои до 110 - 170°, для

микронизации – обработки антикрасными лучами при длине волны 0,7 – 0,35 мкм. За 20 – 90 сек. зерно прогревается до 115 – 120°. Применяют СВЧ нагрев, тестирование (прожаривание) при 250° и др. (Кашеваров и др., 2004; Якушкина, 2005; Тутельян, 2006).

Теперь есть многочисленные технологии подготовки к скармливанию и получению продуктов питания из сои. Они полностью разрушают антипитательные вещества и делают сою безопасным пищевым и кормовым продуктом (Петибская и др., 2001; Шувалов и др., 2014).

Семена сои обладают аллергическим действием обычно для детей до трёх лет. В случае аллергии следует обратиться к врачу. Беременным лучше воздержаться от употребления в пищу соевых продуктов.

Люди боятся сои, считают, что она вся генномодифицированная (ГМ-соя). Но это не так. В России запрещено выращивание и употребление ГМ – сои, семян её в стране нет. Из-за рубежа ГМ – соя завозится для приготовления комбикормов только в дроблённом виде. Выращенную в Тюменской области сою можно употреблять в пищу, так как она не генномодифицированная.

1.2 Биологические особенности сои

Соя – однолетнее травянистое растение из семейства бобовых (*Glycine max*) (Кашеваров и др., 2004).

Корневая система стержневая с грубым, сравнительно коротким главным корнем и многочисленными длинными боковыми корнями. На них через 7-10 суток после появления всходов образуются клубеньки, которые располагаются в слое 0-15 см. Образование их вызывается клубеньковыми бактериями *Bradyrhizobium japonicum*. При нормальных условиях на одном растении образуется 25-50 клубеньков.

Стебель у сои грубый, цилиндрический, высотой 60-100 см. Стебель обычно прямостоячий. Он разделён на части узлами, на которых образуются

и развиваются лист, соцветие и бобы с семенами. До появления 2-3 настоящих листьев рост главного стебля несколько замедлен. Суточный прирост в зависимости от сорта и условий выращивания вначале составляет 0,3-0,7 см, затем он постепенно нарастает к началу цветения и достигает 1,0-1,5 см в сутки. Темпы роста до начала цветения и в процессе его остаются примерно одинаковыми (в пределах одного сорта). Рост прекращается после того, как на верхушке стебля закончится цветение. По характеру роста стебля весь генофонд сои разделяют на 3 группы: с незаконченным, промежуточным и законченным ростом стебля.

У формы с незаконченным типом продолжается рост стебля и после цветения, причем верхушка главного стебля возвышается над основной массой листьев. У сортов с промежуточным ростом удлинение верхушки стебля прекращается после цветения и она находится на уровне верхних листьев. Формы законченного типа прекращают рост верхушечной почки с наступлением цветения, в связи с чем она скрыта листьями, на верхушке стебля формируется крупная кисть бобов. Все части стебля сои покрыты волосками белого или рыжего цвета разных оттенков и интенсивности. В период вегетации стебель зелёного цвета, а при созревании он желтеет, становится коричневым или серо-чёрным (Кашеваров и др., 2004).

Настоящие *листья* у сои сложные тройчатые, цельнокрайние, расположены на стеблях в очередном порядке. Форма листочков различная: овальная, ланцетообразная, округлая, широкояйцевидная и др. Первые два примордиальных листа простые, расположены супротивно. У большинства сортов листья на верхушке мелкие. Поверхность листьев обычно гладкая, реже – морщинистая. В большинстве случаев листья с обеих сторон покрыты густыми волосками. Заметных сортовых различий в скорости роста отдельных листьев нет. К началу цветения на главном стебле образуется 5-14 листьев, а на всём растении – 16-65. После того, как рост стебля прекратится, новые листья обычно не образуются. При недостатке почвенной влаги или света (полегание, загущение) нередко наблюдается преждевременное

пожелтение и опадение значительной части нижних листьев, что приводит к снижению поступления питательных веществ в растущие бобы и семена.

Цветки у сои мелкие, мало заметные, непривлекательные с виду, почти лишены запаха, собраны в соцветия – кисть. Число цветков в кисти варьирует от 2-4 до 25 и более. Окраска лепестков синяя, фиолетовая, редко – белая.

Соя - строгий самоопылитель. Опыление происходит в тот период, когда венчик ещё закрыт. Цветение начинается на главном стебле и длится 15-40 суток и более в зависимости от генотипа (Лещенко, 1987; Посыпанов, 2007).

Бобы короткие, прямые или изогнутые, иногда серповидные, вздутые или плоские, с заостренным кончиком, содержащие 1-4 семени. Бобы покрыты короткими густыми волосками от светло-серой до тёмно-коричневой окраски. Высота прикрепления нижнего боба у сортов сибирского экотипа от 8 до 15 см. Ценятся сорта с высоким расположением первого боба – более 10 см, тогда при уборке мало потерь.

Семена округлые или овальные, в зависимости от сортов. Масса 1000 штук – от 90 до 250 г, чаще от 90 до 170 г. Рубчик овальный или линейный, окраска его от светло – жёлтой до чёрной (Строна, 1966; Кашеваров и др., 2004; Ступин, 2014).

Соя – растение короткого дня, отзывчивое на изменение светового режима. Растения сои отличаются сильной реакцией на длину дня и при непрерывном освещении или при достаточно длинном дне (15-17 ч) могут долго оставаться в состоянии вегетативного роста. Чем севернее происхождение сорта и длиннее день, при котором он сформировался, тем меньше его отзывчивость на изменение длины дня (Васякин, 1982; Вишнякова, 2008).

Сорта вновь созданных экотипов сои – сибирский и северный – отлично растут и при длинном летнем дне, характерном для Сибири. В нашей области вероятная зона выращивания сои располагается между 55°10' и 57°30' сев. ш., где длина дня в летние месяцы 15-17 часов. Короткодневные

сорта селекции Казахского НИИ земледелия, расположенного в Алма-ате на широте 43° сев. ш., где летом день длится 14-15 часов, мы испытывали в 2013 г. Они буйно росли, образовывали стебли толщиной до 2 см, но даже не думали бутонизировать и цвести до середины августа, когда у нас длина дня стала близка алматинской. Однако у нас в этот период лето заканчивается. Не цвели у нас сорта Соер 4,5,7 Ершовской опытной станции Саратовской области, созданные на широте 51° сев. ш.

Соя – очень светочувствительная культура. В загущенных посевах листья нижних ярусов, где света мало, живут недолго и опадают.

Считается, что на каждые два градуса широты нужны свои сорта. У нас в Тюмени на широте 55°10' - 57°35' сев. ш. созревают быстро сорта, выведенные не южнее 55° сев.ш. Это Омск и Новосибирск и сорта оттуда: СибНИИК-315, СибНИИСХоз 6, Эльдорадо и др., а сорт Алтом, созданный в Барнауле на 53°21' сев.ш., у нас затягивает вегетационный период и становится позднеспелым. Созревают сорта из Рязани и Чувашии, созданные на широте 56° сев.ш.

Соя предъявляет повышенные требования к теплу. Роль температурного фактора возрастает от прорастания до начала формирования бобов, а во время созревания заметно снижается. Важным фактором, определяющим успешное созревание сои, считается температура воздуха и почвы в начале вегетации. Минимальная температура почвы для прорастания семян +10...+12°C. Раннеспелые сорта прорастают, когда температура почвы на глубине заделки семян достигает +8...+10°C. При температуре почвы ниже +10°C в значительной степени снижается полевая всхожесть семян сои, они поражаются почвенными микроорганизмами и сгнивают (Лещенко, 1987; Кашеваров и др., 2004; Ващенко, 2014).

Соя – относительно влаголюбивая культура. Однако в различные фазы своего роста и развития она предъявляет неодинаковые требования к влажности почвы и воздуха. За вегетационный период соя расходует в 3-4 раза больше влаги, чем пшеница. Растения сои легче переносят избыточное

увлажнение, чем засуху. Однако при переувлажнении резко угнетается азотфиксирующая деятельность клубеньков.

Для набухания и нормального прорастания семян требуется 130-160% воды от их массы. От всходов до начала цветения соя менее требовательна к влаге и сравнительно хорошо переносит засуху. Наибольшие требования к влаге, так же как и к температуре, соя предъявляет во время цветения и налива бобов. Оптимальная влажность почвы для сои – 70-80% от предельной полевой влагоемкости, воздуха – 70-75% (Вериго, 1963; Карягин, 1978; Кашеваров и др., 2004; Коновалов, 2018).

В процессе роста и развития соя проходит основные фазы: всходы; образование примордиальных листьев, первого тройчатого листа; ветвление; бутонизация; цветение; формирование и налив бобов; осыпание листьев; начало и полное созревание (Вавилов, 1986; Лещенко и др., 1987; Вишнякова и др., 2001).

Всходы. Эта фаза начинается с набухания семян и завершается раскрытием примордиальных листьев. Семядольные листья появляются на поверхности почвы плотно сомкнутыми и изогнутыми вниз, потом они быстро распрямляются и раскрываются. В это время на верхушке стебелька уже видны сложенные примордиальные листья. Питание проходит частично ещё за счёт обильных запасов, имеющих в семядолях, и растения очень быстро образуют корневую систему.

Сортовые различия в фазу всходов практически отсутствуют, но всё же чем у форм грубее стебли и крупнее листья, тем толще подсемядольное колено и крупнее семядоли. Колено может быть окрашено антоцианом у некоторых сортов. Фаза всходов может длиться от 5 до 20 и более суток, в зависимости от температуры, влажности почвы и глубины заделки семян. Для сои это весьма критический период, так как под влиянием недостатка тепла и влаги проростки часто поражаются бактериозом, фузариозом и другими заболеваниями, которые приводят к сильному изреживанию, ослаблению всходов и снижению урожайности. Чтобы обеспечить растениям

оптимальные условия для появления всходов, нельзя допускать излишне глубокой заделки, сеять надо только в достаточно прогретую почву, избегать пересушивания верхнего слоя ко времени посева, а если это произошло, то проводить прикатывание посевов (Гуцаленко, 1975; Кашеваров и др., 2004).

Ветвление. Фаза ветвления обычно начинается с раскрытием первого или второго тройчатого листа и завершается в основном с появлением первых цветков. Ветвление у ранних и среднеспелых форм начинается на 5–20-е сутки после всходов. У скороспелых сортов первые ветви обычно располагаются в пазухах семядольных, примордиальных и первых тройчатых листьев. До цветения у растений энергично развивается корневая система, идет накопление питательных веществ в листьях и формируются первые цветки. При условиях, благоприятствующих росту (достаточно длинный день, теплая и влажная погода), нижние междоузлия несколько удлиняются, это приводит к повышению зоны ветвления. Излишне ранние посевы и большие площади питания способствуют пониженному заложению ветвей, и низкому прикреплению бобов.

Замедленный рост и небольшая облиственность в начале вегетации могут привести к тому, что сорные растения с быстрым темпом роста будут затенять, угнетать сою, что неизбежно вызовет снижение урожая. Поэтому весьма важно как можно раньше приступить к уничтожению проростков сорняков и их всходов гербицидами. Надо применять также гербициды, которые в меньшей мере задерживают рост и развитие растений сои после их применения (Карягин, 1978; Митриковский, 1992; Кашеваров и др., 2004).

Цветение. В зависимости от периода вегетации и характера роста цветение по кусту распространяется неодинаково. У ранних форм с незаконченным и промежуточным ростом, как правило, первые цветки появляются на 1–3-м междоузлии главного стебля, поднимаясь вверх; у среднеспелых и поздних они закладываются выше – на 5–8-м междоузлии, распространяясь вверх и вниз.

Процесс цветения нельзя строго отграничить от плодообразования. В период массового цветения корневая система уже хорошо развита и идёт непрерывное увеличение вегетативной массы, поэтому растения образуют большое количество ассимилятов, расходуемых на рост, цветение, формирование семян. В связи с этим при недостатке в усвояемой форме азота и фосфора подкормки в период цветения при достаточной влажности почвы оказываются весьма эффективными. Основная масса цветков и бобов у сои обычно располагается в нижней половине куста, поэтому важно обеспечить хорошую освещённость всего растения, способствующую дружному цветению и развитию бобов (Клыков, 1963; Корсаков, 1972; Карягин, 1978; Кашеваров, 2004).

Сроки посева, густота стояния, тепловой режим и длина дня оказывают существенное влияние на высоту закладки первых цветков и количество образовавшихся бобов и семян, причем это влияние будет различным в связи с морфологическими и биологическими особенностями сортов.

Для получения хорошего урожая и снижения потерь при уборке важно иметь на растениях большое количество бобов, не допуская образования их в самой нижней части кустов. Достигается это оптимальными сроками посева и такой густотой стояния в рядке, при которой в самых нижних междоузлиях цветки не развиваются, а площадь питания обеспечивает достаточную освещённость нижней половины растений.

Плодообразование. Фазы цветения и плодообразования накладываются одна на другую. Обычно к концу цветения в нижней части растений уже имеются развитые бобы с формирующимися семенами. За начало фазы плодообразования принимается появление увядших цветков на верхушке стеблей или на верхних междоузлиях. Идёт медленное увеличение числа пожелтевших и опавших листьев в нижней части растений.

Окончанием фазы следует считать развитие семян в бобах верхних междоузлий. Рост каждого боба в зависимости от скороспелости сорта в нормальных условиях продолжается от 18 до 30 суток. Семена в бобах

развиваются обычно 16-25 суток. На длительность формирования бобов и семян в первую очередь влияют температура и влажность воздуха и почвы.

В период плодообразования заметных изменений во внешнем виде растений не происходит. Вместе с тем коренным образом перестраивается обмен веществ. Ассимиляты из листьев и зелёных стеблей поступают в формирующиеся семена. После того как на верхушках растений появляются маленькие бобики, рост стеблей прекращается. В сухую погоду наблюдается пожелтение и опадение листьев.

Налив семян. С началом налива семян вегетативный рост растения прекращается. У очень скороспелых сортов прекращение прироста вегетативной массы отмечается через 2-3 недели после цветения, у среднеспелых – через 4–5 недель и позднеспелых – через 6-7 недель. У большинства форм сои с этого времени начинаются старение и пожелтение листьев и бобов. Окраска семядолей и оболочки семян – ещё зелёная, пигментация рубчика не проявляется, семена легко режутся ногтем. Содержание воды в семенах высокое (Митриковский, 1992; Кашеваров и др., 2004).

Созревание. Период созревания – самая короткая фаза в процессе развития растений, она продолжается 11–15 суток. Избыток или недостаток тепла могут существенно влиять на сроки созревания. Началом фазы считается побурение единичных нижних бобов. К концу созревания сохранившиеся листья быстро желтеют и опадают. В период плодообразования идут превращения масла и азотистых веществ. В семенах увеличивается водорастворимая фракция белка, уменьшается количество небелкового азота, увеличивается количество жирных ненасыщенных кислот, и в масле становится меньше свободных кислот (Третьяков, 2005; Шмакова, Поползухина, 2008; Шукис, 2015).

Уборка до физиологической спелости, до завершения биохимических процессов, протекающих в созревающих семенах, крайне нерациональна, так как при этом снижается и количество, и качество урожая (Тарушин и др.,

2000; Кашеваров и др., 2004; Рубаненко, Титовский, 2010; Цуканова и др., 2017).

1.3 Интродукция и производство сои в России и Сибири

Соя считается одним из самых древних растений, введенных человеком в культуру в Восточной и Юго-Восточной Азии. В XX веке соя распространилась по всей Земле, благодаря своим исключительно-ценным хозяйственно-биологическим свойствам. В России сою издавна выращивают на Дальнем Востоке, в другие районы (Северный Кавказ, ЦЧО, Сибирь) её завезли в XIX – XX веке.

Пробные посевы дальневосточной сои в Западной Сибири сделаны в начале 1930-х гг. Исследователи пришли к единодушному выводу: успех выращивания сои в Сибири всецело зависит от сортов и агротехники. В 1938 г. первые госсортоучастки Западной Сибири испытывали дальневосточные сорта сои, выявили их полную непригодность для здешних условий и прекратили испытания до конца 1940-х гг. В 1950-х гг. семенами, завезенными из Китая, провели производственные посевы на 17 тыс. га в чистом виде и в смеси с кукурузой, но такое мероприятие оказалось неэкономичным (Кашеваров и др., 2004).

Селекцию сои в Западной Сибири начала в 1930 г. О.П. Картузова на Алтайской сельскохозяйственной опытной станции, но вскоре работу прекратили. Первый сорт Новосибирская 1 создан В.В. Рубцовой в конце 1940-х гг. в Новосибирском ботаническом саду. В Омске (СибНИИСХоз) селекцию сои начал в 1953 г. И.Н. Смирнов на основе приамурских сортов. Из сорта Амурская жёлтая индивидуальным отбором он создал сорт Омская кормовая, из него многократным отбором к 1971 г. – сорт Омская кормовая 1, а к 1974 г. – более скороспелый сорт Омская 3 (вегетационный период 89 суток). Эти сорта не были районированы, так как оказались по урожайности ниже гороха.

В Новосибирске (СибНИИ кормов) В.Е. Горин, А.Я. Комков и Н.Д. Мусаткина создали сорт СибНИИК-315 отбором из шведского сорта. Он районирован в 1991 г. и допущен к использованию по Западно – Сибирскому региону (Васякин, 1982; Кашеваров и др., 2004; Омелянюк, 2015).

В результате этих работ создан новый сибирский экологический тип (экотип) сои, приспособленный к жизни в своеобразных континентальных условиях с длинным днём и пониженной температурой воздуха и почвы в начале и конце вегетации.

Для Сибири нужны сорта сои с длиной вегетационного периода не более 110 суток, хотя есть ультраскороспелые сорта с вегетационным периодом менее 80 суток, очень скороспелые – 81-90 суток, скороспелые – 91-110 суток.

На территории современной Тюменской области сведения о выращивании сои относятся к 1936 г., когда в журнале «Омская область» была опубликована статья неизвестного автора «Опыт разведения сои в Тюменском районе». Возможно, это был кто-то из опытников – «мичуринцев», группировавшихся вокруг Тюменского сельскохозяйственного техникума и педагогического института (Опыт разведения сои..., 1936).

В 1963 – 1964 гг. на Тюменской областной сельскохозяйственной станции изучали 12 сортов дальневосточной сои в коллекционном питомнике. Шесть сортов хорошо созрели и дали урожай 1,6 -2,9 т/га. Сеяли ширококядно, 48-50 кг/га, вегетационный период – 90 суток (Шорохов, 1965).

В 1965 г. сою привёз с Дальнего Востока первый директор НИИСХ Северного Зауралья В.В. Бурлака, её посеяли на поле НИИСХ, но растения в цветущем состоянии ушли под снег. Больше сою не выращивали на значительных площадях. В последующие годы публикаций о выращивании сои в Тюменской области обнаружить не удалось. В конце 1980 – начале 1990-х гг. коллекцию сои изучал доцент Тюменского сельскохозяйственного

института, преподаватель кормопроизводства И.Н. Медведев, но полученные данные не опубликованы. Ему удалось отобрать скороспелую форму из какого-то сорта, но в один из годов с коротким периодом вегетации и она не созрела, не дала семян, годных к посеву.

Сотрудник НИИСХ Северного Зауралья А.Я. Митриковский работал с соей в 1989-1992 гг., им опубликовано 5 статей, но вскоре в условиях экономических реформ работу с соей закрыли. Именно А.Я. Митриковский выявил, что минимальная сумма положительных среднесуточных температур воздуха, необходимая для созревания самых скороспелых сортов сои в лесостепи Тюменской области должна быть не менее 1800°C. Самым скороспелым в опытах А.Я. Митриковского оказался рязанский сорт Магева (Митриковский, 1992).

Сою как овощную и зерновую культуру в 2005-2007 гг. изучала Л.В. Велижанских на кафедре плодовоовощеводства ТюмГСХА. Исследование Л.В. Велижанских – первая серьезная работа по агротехнике сои в Тюменской области. Она провела сортоизучение сои, выделив скороспелые сорта сибирской селекции: СибНИИК-315 и СибНИИСХоз 6 с урожайностью 2,4 – 2,5 т/га, изучила сроки посева с 15 мая по 5 июня через пять суток и нормы высева с 550 до 300 тыс. шт./га всхожих семян. Она установила оптимальный срок посева сои 20-25 мая, норму высева – 350-400 тыс. семян на гектар. Все опыты проведены в посевах с междурядьями 45 см. Анализ показал, что в спелых семенах сои содержалось белка 38,4-43,0 %, жира 19,9-20,7 %. Самый поздний посев 5 июня не дал спелых семян даже к концу сентября (Велижанских, 2011).

Профессор Л.И. Мерзляков выращивал коллекцию сортов сои на опытном поле ТюмГСХА в 2010-2011 гг., результаты не опубликованы.

Генеральный директор ООО «Заводоуковский маслозавод» М.Н. Докшин в 2012 г. закупил 390 ц семян сои в г. Исилькуль Омской области и посеял для своего завода в Сорокинском, Казанском и Сладковском районах области на общей площади 389 га. Соя дозрела до полной спелости и дала

средний урожай в Сорокинском районе по 1,4 т/га на площади 133 га, в Казанском – 0,9 т/га на 96 га, Сладковском – по 0,5 т/га со 160 га. Всего собрали 338,5 тонн семян. Соя впервые попала в отчёты АПК области (Иваненко и др., 2015).

На госсортоучастках сою в Тюменской области изучали в 1937-1938 гг., но, получив отрицательные результаты, испытание прекратили.

В 2000-2001 гг. сою испытывали на Ялutorовском ГСУ с целью получения семян. Сорт Алтом дал 0,7 т/га, СибНИИСхоз 6 – 0,7 т/га, СибНИИК-315 – 0,9 т/га. В 2001 г. эти сорта не созрели (посев 19 и 23 мая). При испытании на зелёную массу получили от 1,9 до 3,1 т/га сухой массы через 77 суток после всходов (посев 19 мая).

В 2008-2009 гг. испытывали сорта сои на Бердюжском ГСУ и районировали по области сорт Омская 4. В 2013 г. испытывали на Ишимском ГСУ десять сортов сои и получили высокие урожаи семян: сорт Золотистая дал 2,3 т/га, Эльдorado – 2,1, Дина – 2,0, Сибирячка – 1,9, СибНИИСХоз 6 – 1,8 т/га. В 2014-2015 гг. соя не дала спелых семян на ГСУ (Выдрин, Федорук, 2001; 2009; 2015).

В 2013 г. сою посеяли в 12 районах от Викуловского и Нижнетавдинского до Армизонского и Сладковского. Площади посева от 25 га в Сладковском до 570 га в Сорокинском районах. Урожай семян был после скидки на рефакцию от 0,6 т/га в Викуловском районе до 1,8 т/га в Ишимском. Всего под соей было 2402 га, валовой сбор семян после учёта рефакции – 2878,2 т, средняя урожайность – 1,2 т/га (Иваненко, Ахметова, 2014).

В 2014 г. сою посеяли на 11500 га, но обмолотили на семена всего 1500 га, средний намолот с гектара – 0,4 тонны семян, остальные 10000 га ушли под снег, их не убрали даже на сено (Иваненко, Мерзляков, 2014).

С 2012 года наиболее скороспелые сорта сои российской и зарубежной селекции и элементы агротехники изучают на кафедре «Технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства»

Тюменского аграрного университета Северного Зауралья – А.С. Иваненко, Л.И. Мерзляков, А.С. Ахметова, в 2015 году к работе подключилась аспирант А.Н. Созонова. В 2014-2015 гг., когда вегетация сои проходила в условиях пониженных температур воздуха, набралась сумма положительных температур за вегетационный период 1781 и 1839°C, выявлены самые скороспелые сорта – Касатка и Светлая из Рязани, созревшие за 103 суток (Иваненко, Созонова, 2016).

В 2016 г. на опытном поле ГАУ Северного Зауралья собрали по 1,2-1,8 т/га спелых семян от разных сортов. Самыми скороспелыми и урожайными были сорта: Чера 1 – 1,8 т/га, Эльдорадо – 1,8 т/га, Дина – 1,7 т/га, СибНИИСХоз 6 – 1,7 т/га, Касатка – 1,6 т/га. Тюменско-Новосибирский сорт Краснообская дал среднюю урожайность на уровне стандарта Омская 4 – 1,5 т/га. Самым низкоурожайным оказался сорт Светлая – 1,4 т/га.

В 2016 г. М.Н. Докшин по нашему совету купил в Рязанском НИИСХ пять тонн семян сорта Светлая, их посеяли в с. Бушуево Юргинского района на площади 79 га. Однако в условиях благоприятного лета соя затянула вегетацию и едва созрела только к концу сентября, её с трудом обмолотили и получили по 0,6-0,7 тонн семян с гектара.

В 2016 г. сою посеяли в шести районах области на 529 га, минимальный посев в Голышмановском районе – 20 га, максимальный – в Ишимском 190 га и в Сорокинском – 140 га. Посевы сильно пострадали от небывалой августовской засухи, они рано осыпали листья от сухости воздуха и почвы, не успев как следует сформировать семена. У всех сортов они были мелкие, с массой 1000 семян 115-125 г. Средняя урожайность семян по области – 1,1 т/га.

Максимальный урожай получен в Ялуторовском районе – 1,8 т/га на 60 га, Голышмановском – 1,6 т/га на 10 га, в Казанском – 1,3 т/га на 40 га, в Сорокинском – 1,2 т/га на 140 га, в Ишимском – 0,9 т/га на 190 га (Текущий архив Тюменского областного АПК, 2011-2016 гг.).

С 2015 г. в Институте биологии ТюмГУ на кафедре ботаники, биотехнологии и ландшафтной архитектуры изучали коллекцию сортов сои и влияние штаммов 626а и 634б клубеньковых бактерий *Bradyrhizobium japonicum* на продуктивность и морфологические признаки сортов сои. Самым урожайным был сорт Черемшанка (525 г/м²), Миляуша (388 г/м²), Заряница (376 г/м²), Сибирячка (354 г/м²). Обработка штаммами азотфиксаторов повысила урожайность и массу 1000 семян, остальные показатели были на уровне стандарта без обработки (Боме, Гальчинская, 2016).

Таким образом, соя в лесостепной зоне Тюменской области может расти и давать хорошие урожаи спелых семян – 1,5-2,0 т/га. Для дальнейшей успешной работы нужны скороспелые сорта с вегетационным периодом до 100, а лучше – до 90 суток, и тогда соя станет обычной тюменской полевой зернобобовой культурой наравне с горохом. Уже при урожае 1,1 т/га выращивание сои рентабельно (Созонова, 2016).

Популярность сои в мире обусловлена широким спектром её применения и большим хозяйственным значением. Использование и переработка сои осуществляется более чем в десяти отраслях хозяйственной деятельности, которые производят свыше четырехсот видов продукции. Соя широко применяется в питании людей, кормлении животных и птицы, в различных отраслях промышленности, перерабатывающих её семена и получающих белковые и жировые компоненты для производства пищевых продуктов, кормовых добавок, фармацевтических и медицинских препаратов (Синеговский, 2015).

Положительная динамика увеличения объёмов производства сои в Российской Федерации определяется целым рядом факторов. Среди них: стабильно высокие мировые и российские цены на семена, улучшение экономического состояния отечественного сельского хозяйства, повышение эффективности селекции сои в России.

Производимые в последние годы объёмы семян сои недостаточны для полного перехода российской соеперерабатывающей промышленности на отечественное сырьё. В России имеются дополнительные резервы для расширения площадей посева в традиционных и новых зонах соеводства.

Сою учатся выращивать в таких местах, где её никогда не выращивали: в Курской и Орловской областях (Пинегин, 2018), Мордовии (Макарова, 2018). Урожаи отменные: в Суджанском районе Курской области в 2017 г. собрали по 3,6 т/га семян с 3200 га. В Мордовии в 2015 г. с 17000 га собрали по 1,8 т/га, в 2017 г. – с 9000 га по 2,1 т/га (в зачётной массе). Белгородская область стала лидером соеводства в Европейской России с урожайностью в 2017 г. около 2,0 т/га (Романова, 2005; Рубаненко, Титовский, 2010; Зайцев и др., 2016; Зеленская и др., 2016; Ракина и др., 2016).

Кроме того, вклад в увеличение внутрироссийского производства сои вносит эффективная селекция отечественных сортов сои, поэтому в перспективе площади сои в России могут вырасти до 5-6 млн. га, что обеспечит получение до 7 млн. тонн товарного сырья (Зайцев и др., 2016).

В связи с высоким спросом рынок сои в Российской Федерации переживает стремительный рост. Посевные площади, занимаемые этой культурой, с каждым годом увеличиваются: можно отметить резкое увеличение посевных площадей в 2017 г. по сравнению с 2012 г – на 78 %, или на 1154,1 тыс. га, в итоге общая площадь достигла рекордных 2635,4 тыс. га. Это подтверждает высокую экономическую целесообразность выращивания сои, а также стабильный внутренний интерес и высокий потенциал импортозамещения.

За исследуемые годы средняя урожайность сои в Российской Федерации достигла 1,3 т/га с колебаниями по годам от 1,2 до 1,5 т/га. Валовой сбор сои (табл. 1) с каждым годом увеличивается и в 2017 г. составил 3621,3 тыс. т, что в два раза больше, чем в 2012 г. (Федеральная служба гос. стат....Электронный ресурс. URL: <http://www.gks.ru>).

Таблица 1 – Производство сои в Российской Федерации, 2012-2018 гг.

Показатели	Год						
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Посевная площадь, тыс. га	1486	1537	2012	2131	2237	2636	2919
Урожайность, т/га	1,2	1,3	1,2	1,3	1,5	1,4	1,5
Валовой сбор, тыс. т	1812,9	1936,6	2474,8	2770,3	3310,8	3716,8	4320,1

В России соя выращивается преимущественно в Дальневосточном – 75,5% от всех посевов культуры и Южном федеральных округах – 22%, но в последние пять лет зона возделывания сои расширилась за счёт Чернозёмной и Нечернозёмной зон Европейской части России, Западной Сибири и Урала.

Соеперерабатывающий комплекс России после 2000 года в связи с критической ситуацией, сложившейся в животноводстве и птицеводстве, прежде всего ориентировался на развитие кормопроизводства. Практически вся современная соевая кормовая промышленность находится в Центральной части России, там, где существует наивысшая потребность в производстве высококачественных белковых кормов (Рынок сои: Электронный ресурс. URL: <http://www.agronews.ru/soya>). В настоящее время общая мощность предприятий по переработке сои на кормовые цели достигла 5,5 млн тонн в год.

Российский Соевый Союз разработал прогноз развития соеводческой отрасли Российской Федерации до 2020 г., в основу которого положены целевые индикаторы и показатели 20 региональных программ по производству сои. Департаментом животноводства и племенного дела МСХ РФ рассчитана потребность в сое на кормовые цели до 2020 г. (табл. 2) (Электронный ресурс. URL: <http://www.ros-soya.su/public.aspx>).

Таблица 2 – Потребность в сое на кормовые цели, 2015-2020 гг., тыс. т

Потребность	Год					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Потребность в сое, всего	8521,92	8634,48	8873,16	9029,88	9255,72	9446,76
Потребность в соевых кормах	7101,6	7195,4	7394,3	7524,9	7713,1	7872,3
Объём потребности в шроте	3453	3486	3552	3682	3681	3844

Выдающимся достижением сибирских селекционеров конца XX века стало создание сортов сои сибирского экотипа и введение их в культуру в экстремальных условиях Сибири на существенных площадях (табл. 3) (Кашеваров и др., 2004; Омелянюк, 2015; Иваненко, Созонова, 2017).

Для Западной Сибири выведены скороспелые, холодостойкие, высокопродуктивные сорта сои Сибирским НИИ кормов, Сибирским и Алтайским НИИ сельского хозяйства: СибНИИК-315, Алтом, Омская 4, Эльдorado, Сибирячка, СибНИИСХоз 6, Дина, Золотистая, СибНИИК 9, Черемшанка, Сибириада, Надежда. Сведения о посевах сои в Зауралье представлены в таблице 3 (Федеральная служба гос. стат. Электронный ресурс. URL: <http://www.gks.ru>).

Таблица 3 – Посевные площади сои на Урале и в Западной Сибири, тыс. га

Субъект РФ	Год						
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Уральский Федеральный округ:							
Курганская область	-	0,2	1,2	0,3	0,6	0,6	0,4
Свердловская область	-	0,1	0,2	-	0,03	-	-
Тюменская область	0,4	2,4	11,5	0,8	0,5	0,5	0,5
Челябинская область	0,4	3,0	8,2	2,1	1,1	3,8	4,8
Сибирский Федеральный округ:							
Алтайский край	12,3	11,7	19,7	25,4	30,9	61,6	115,3
Кемеровская область	0,4	0,9	1,4	2,6	2,4	3,1	6,0
Новосибирская область	1,1	1,4	1,1	0,4	1,3	9,4	12,3
Омская область	4,6	5,8	5,6	4,9	6,7	7,9	10,8

На территории Уральского ФО значительный рост посевных площадей приходился на 2014 год: в Тюменской области – 11,5 тыс. га, в Челябинской – 8,2 тыс. га; в Курганской – 1,2 тыс. га и в Свердловской – 0,2 тыс. га. В Сибирском ФО за 2012-2018 гг. посевные площади во всех областях и краях увеличивались, особенно в Алтайском крае: в 2018 г. посевная площадь достигла 115,3 тыс. га, это в семь раз больше, чем в 2012 г.

Главным производителем семян сои в Уральском ФО, по состоянию на 2018 г. была Челябинская область: там собрали 4,8 тыс. т семян сои – в 2,4 раза больше чем в 2012 г. На втором месте находится Тюменская область –

0,4 тыс. т в 2018 г. (табл. 4) (Федеральная служба гос. стат. Электронный ресурс. URL: <http://www.gks.ru>).

Таблица 4 – Производство семян сои на Урале и в Западной Сибири, тыс. т

Субъект РФ	Год						
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Уральский Федеральный округ:							
Курганская область	-	0,2	0,1	0,2	0,4	0,1	0,2
Свердловская область	-	0,1	0,1	-	-	-	-
Тюменская область	0,4	3,2	0,3	0,4	0,6	0,6	0,4
Челябинская область	-	2,5	0,5	1,1	1,7	4,9	4,8
Сибирский Федеральный округ:							
Алтайский край	11,8	14,2	18,7	25,6	51,8	90,0	126,6
Кемеровская область	0,4	0,8	0,9	1,6	2,2	3,3	5,7
Новосибирская область	0,3	0,4	0,4	0,4	1,3	12,1	14,5
Омская область	1,9	4,2	1,9	3,7	5,5	5,7	9,1

Наибольший валовой сбор сои в Тюменской и Челябинской областях был в 2013 году и составил 3,2 и 2,5 тыс. т соответственно.

В Сибирском ФО лидером по производству сои стал Алтайский край с валовым сбором в 2018 г. – 126,6 тыс. т, на втором месте – Новосибирская область: её валовой сбор за шесть исследуемых лет увеличился на 14,2 тыс. т.

Одним из значимых производственных показателей считается урожайность – это комплексный показатель, который оказывает влияние на эффективность и финансовое состояние отрасли (табл. 5) (Федеральная служба гос. стат. Электронный ресурс. URL: <http://www.gks.ru>).

Таблица 5 – Урожайность семян сои на Урале и в Западной Сибири, т/га

Субъект РФ	Год						
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Уральский Федеральный округ:							
Курганская область	-	0,9	0,3	0,6	0,8	0,5	0,7
Свердловская область	-	0,9	0,6	-	0,7	-	-
Тюменская область	1,1	1,2	0,3	0,5	1,1	1,2	1,0
Челябинская область	0,1	0,8	0,4	0,6	1,6	1,3	1,0
Сибирский Федеральный округ:							
Алтайский край	1,0	1,2	1,3	1,0	1,8	1,5	1,1
Кемеровская область	0,9	0,9	0,6	0,6	0,9	1,1	0,9
Новосибирская область	0,3	0,3	0,5	1,0	1,0	1,3	1,2
Омская область	0,4	0,7	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8

В 2017 г. в России появился профицит зерна злаковых культур и превысил миллион тонн, цена на него резко снизилась и вряд ли станет существенно выше, чем сложилась на сегодняшний день. Только на Алтае средняя урожайность зерновых увеличилась по сравнению с прошлым годом на 0,9 т/га. Появилась потребность производства «рыночных культур», за урожай которых дают хорошие деньги.

Возделывание белково-масличных культур стало очень актуальным ещё потому, что ни один сбалансированный корм не обходится без жмыхов и шротов, которые обогащают его протеином. Правительство Тюменской области уделяет внимание интенсивному развитию молочного животноводства, поэтому вопрос заготовки качественных кормов не раз обсуждали на зональных совещаниях, проводившихся департаментом АПК (Кунавин, 2008; Коршукова, 2013; Красовская, Веремей, 2016; Красовская и др., 2016; Созонова, Иваненко, 2018).

В 2018 г. в Тюменской области было посеяно 48,7 тыс. га белково-масличных культур – рапса и сои (в 2012 г. было 71,8 тыс. га). Это направление очень перспективно, тем более, что в регионе есть ООО «Заводоуковский маслозавод», который принимает в переработку рапс и сою. Белково-масличные культуры стали возделывать даже те хозяйства, которые не имеют животноводства, так как цена семян рапса и сои существенно выше пшеницы (табл. 6) (Отчёты отдела растениеводства..., 2012-2018 гг.).

Таблица 6 – Производство сои и рапса ярового в Тюменской области, 2012-2018 гг.

Культура	Год							2018 г. в % к 2012 г.
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Посевная площадь, тыс. га								
Соя	0,4	2,4	11,5	0,8	0,5	0,5	0,4	100
Рапс яровой	71,4	69,8	55,1	67,1	51,8	40,8	48,3	67,6
Урожайность, т/га								
Соя	1,1	1,2	0,3	0,5	1,1	1,2	1,0	8,6
Рапс яровой	0,8	1,1	1,5	0,8	1,1	1,5	0,9	10,7
Валовой сбор, тыс. т								
Соя	0,4	3,2	0,3	0,4	0,6	0,6	0,4	9,5
Рапс яровой	55,8	77,6	65,8	51,6	53,5	60,4	42,3	7,6

Судя по сведениям, представленным в таблицах 3,4 и 5, Тюменская область была среди тех регионов Урала и Сибири, которые в 2012 г. отважно взялись за возделывание совершенно незнакомой культуры. Погода в 2012 и 2013 гг. была на стороне новых соеводов. Результаты были отличные: урожайность семян была самая высокая на Урале и в Западной Сибири: 1,1-1,2 т/га. Много новых хозяйств присоединились к соеводам, и в 2014 г. посеяли 11,5 тыс. га сои.

Однако из-за холодного лета соя не вызрела и попала в середине октября под ранний мощный снегопад. Урожай собрали только с 1500 га. Есть хозяйства, которые в 2018 г. платили долги, нажитые на сое в 2014 г. Посевы сои резко сократились.

Главная причина неудачи – отсутствие надёжных скороспелых сортов. Те, которые были посеяны, не проходили испытания в области, их завезли из других мест для посева случайно, по совету знакомых агрономов.

Подбор скороспелых сортов, разработка агротехники будут способствовать расширению производства семян сои в Тюменской области, улучшению кормовой базы животноводства, использованию сои в питании населения, увеличению производства растительного масла, уменьшению зависимости России от импорта сои и соевых продуктов, который пока ещё держится на уровне 2 млн. т в год (Annemarie Stopp, 2018; Федеральной службы гос. стат. России, 2012-2018; Рынок сои..., 2014-2018).

Россия, имея большую потребность в сое на кормовые цели, в последние два года резко увеличила экспорт сои в Китай, которому США перестали продавать сою. В 2017 г. Азия продала в Китай 451 тыс. тонн семян сои на 135 млн. долларов и в 2018 г. - 865 тыс. т на 246,1 млн. долларов. Прежде Китай покупал сою только из пяти указанных регионов России, а в начале 2019 г. покупает семена сои, выращенные в любой области России (Селищев, 2019).

1.4 Адаптивность, стабильность и пластичность сортов сои

Сорт – это биологическая основа технологии возделывания любой сельскохозяйственной культуры. На его долю приходится около 50 % прироста урожайности. В современных условиях предъявляются повышенные требования не только к продуктивной способности сорта, но и его адаптивности к стрессовым погодным условиям (жара, засуха, заморозки, ливни, градобитие), устойчивость к патогенам, надежности и стабильности по продолжительности вегетации. Наряду с высокой урожайностью и качеством семян он должен отличаться также хорошей технологичностью по устойчивости к полеганию и растрескиванию бобов, по дружности созревания, высоте прикрепления нижних бобов, высоте стебля и прочности семенных оболочек (Лукомец, 2012).

Адаптация, по мнению многих исследователей (Горышина, 1979; Жученко, 1990; Шмакова, Поползухина, 2008) – это способность организма приспосабливаться к конкретным условиям среды. Незначительные и кратковременные изменения факторов внешней среды не приводят к существенным нарушениям физиологических функций растений, что обусловлено их способностью поддерживать гомеостаз. Однако редкие и длительные воздействия приводят к нарушению многих функций в организме растения и даже гибель.

Р.И. Рутц (2005) считал, что успех возделывания культуры определяется прежде всего, экологическими условиями зоны. Увеличение и максимальное использование адаптивного потенциала сортов – главнейшая задача современного растениеводства, решение которой определяется знанием биологических особенностей, проявляемых соей в конкретных экологических условиях.

В зависимости от зоны в производстве могут использоваться сорта с различной продолжительностью вегетационного периода. Для условий Западной Сибири вопрос о вегетационном периоде имеет особое значение.

Продолжительность вегетационного периода сои зависит от длины светового дня, качества спектрального состава света, влажности, температуры почвы и воздуха в разный период развития (Малыш, Рязанцева, 1987). И.Е. Лихенко (2012) подчёркивал, что селекция на вегетационный период ведётся с учётом особой значимости создания раннеспелых и среднеспелых форм. С практической точки зрения скороспелость сорта сои – один из основных и наиболее важных признаков, определяющих возможность его возделывания в сложных агроклиматических условиях зоны рискованного земледелия Сибирского региона (Манакова, Ракина, 2009).

Соя растение короткого дня. Продолжительность вегетационного периода варьирует у сибирских сортов от 80 до 130 суток.

Одним из основных условий успешного возделывания сои является правильно выбранный сорт, адаптированный для местных условий выращивания. При подборе сортов необходимо ориентироваться на тепло-влагообеспеченность территории данного хозяйства и их соответствие потребностям данного сорта. В таблице 7 приводится классификация сортов сои по группам спелости (продолжительности вегетационного периода), которые необходимо учитывать при подборе сортов (Балакай, 2003).

Таблица 7 - Классификация сортов сои по продолжительности вегетационного периода

Группа сортов	Продолжительность периода, от всходов до созревания (по Корсакову), суток	Сумма активных температур, °С (по Г.С. Посыпанову)
Ультраскороспелые	Менее 80	Менее 1700
Очень скороспелые	81-90	1701-1900
Скороспелые	91-110	1901-2200

Сорта с вегетационным периодом 110 и менее суток желательны для Сибири (Омельянюк и др., 2012; Савельев, 2013).

В зависимости от характера метеорологических и других условий длительность вегетации у сортов сои по годам может сильно варьировать (Зыкин, 1977; Драгавцев, 1984; Гамзикова, Калашник, 1988).

Говоря о взаимоотношениях растений со средой, необходимо учитывать весь спектр факторов, воздействующих на организм. Взаимодействия и взаимосвязи генотипа и среды разнообразны и сложны по характеру и степени проявления и зависят от проявления генотипа и от того, какой фактор рассматривают в роли среды или условий (Зыкин и др., 2011). Различают несколько видов взаимосвязей: «генотип x год» (Пакудин, 1979), «генотип x температура» (Eberhart, Russell, 1966), «генотип x пункт» (Литун, 1980).

Природа взаимодействия «генотип – среда» и важность его для селекционной работы была детально описана К. Е. Комстоком и К. Х. Моллом (Comstock, Moll, 1963). Они считали, что взаимоотношение генотипа со средой определяется двумя системами: генотипом и экологическими условиями. Соотношение их таково, что относительно устойчивый генотип подвергается неопределённому количеству влияний экологических условий. Степень и величина взаимодействия непостоянны и зависят от обеих систем (Freeman, Perkins, 1971).

Создание и внедрение в производство продуктивных и ценных по своим биологическим и хозяйственным признакам сортов, адаптированных к определенным условиям выращивания, считается основной задачей селекционеров. Новые выведенные сорта и селекционные линии должны характеризоваться небольшой величиной изменчивости количественных признаков, связанных с урожайностью.

Для определения адаптивных свойств организма используются такие понятия как стабильность, пластичность (Демьянова-Рой, Борцова, 2012).

Стабильность – устойчивое проявление признака в различных условиях (Eberhard, Russell, 1966). Термин «стабильность» в свою очередь также подразделяется на два понятия: в широком и узком смысле слова. В широком смысле стабильными считаются те генотипы, у которых изменение условий среды не влияет на развитие признаков. В узком смысле стабильность определяют как степень отклонения формы отклика на

изменение условий среды конкретного генотипа от среднего отклика всей системы, изучаемых генотипов (Finlay, Wilkinson, 1964; Eberhard, Russell, 1966).

Широкое распространение сильных сортов в производстве показало, что высокая и стабильная урожайность зависит от двух основных показателей: высокой потенциальной продуктивности и устойчивости к неблагоприятным факторам среды (Жученко, 1980; Сапега, 1983).

Величина изменчивости признаков генотипа в различных экологических условиях определяет уровень пластичности этих признаков (Bradshaw, 1965).

Термин пластичность используют как в генетическом, так и агроэкологическом смысле. В генетическом смысле она понимается как степень модифицируемости признаков, что позволяет генотипу приспосабливаться к различным экологическим условиям, в агроэкологическом смысле она представляет собой степень распространения генотипа в производстве. Сорта пластичные в генетическом смысле, могут быть и пластичными в агроэкологическом из-за сочетания в себе высокой отзывчивости на улучшение условий выращивания, с низким или средним, генетически обусловленным уровнем развития признаков продуктивности (Литун, 1980; Зыкин, 2011)

В понимании В. О. Островерхова (1978), экологическая пластичность – способность живых организмов приспосабливаться к изменяющимся условиям произрастания. По отношению к сельскохозяйственным растениям – способность сортов давать высокий и качественный урожай в различных почвенно-климатических условиях.

При изучении приспособительных свойств растений наравне с экологической пластичностью рассматривают и понятие стабильности. Понятие «пластичность» и «стабильность» характеризуют потенциал модификационной и генотипической изменчивости отдельных признаков и видов растений. Пластичность и стабильность у растений играют важную

роль в приспособлении и поддержании внутренней среды, сохранении гомеостаза. Наибольшая адаптивность генотипа может быть достигнута за счёт пластичности одних признаков, которые, в свою очередь, обуславливают стабильность проявления других (Зыкин и др., 2011).

В лесостепи Западной Сибири уровень урожаев, главным образом, зависит от характера гидротермического режима как всего вегетационного периода, так и отдельных его фаз. Основными факторами, влияющими на стабильность урожаев, считаются распределение осадков и температурный режим на протяжении вегетации. Эти обстоятельства направляют усилия селекционеров на повышение устойчивости выводимых сортов к неблагоприятным факторам. Особую актуальность приобретает задача создания высокоадаптивных, экологически пластичных сортов, позволяющих получать достаточно стабильный урожай качественной продукции в различных условиях произрастания (Жученко, 1988; Сапега, 2008).

Многолетнее и всестороннее осмысление показателя урожайности, его формирования дало возможность путём разносторонней оценки величины урожайности понять и оценить многие другие глубинные свойства сортов, их адаптивность, стабильность, пластичность. Для оценки этих свойств в разное время математики, селекционеры и генетики предложили большое количество показателей и методов их расчёта:

1. Пластичность (b_i) и стабильность (σd^2) по методике Eberhart S.A. и Russell W.A. (Eberhart, Russell, 1966);
2. Стрессоустойчивость (Пакудин, 1974);
3. Размах колебаний урожайности (Пакудин, 1974);
4. Гомеостатичность (Hom) (Хангильдин, 1978);
5. Экологическая пластичность (Пакудин, 1979);
6. Экологическая стабильность сортов (Соболев, 1980);
7. Коэффициент отзывчивости на условия выращивания (Зыкин и др., 1984);

8. Показатель уровня урожайности и стабильности сортов (ПУСС) (Неттевич, Моргунов, 1985);

9. Адаптивная способность и стабильность генотипов (Кильчевский, Хотылева, 1985);

10. Индекс стабильности (Неттевич, Моргунов, 1985);

11. Коэффициент адаптивности сорта (Кас) (Жученко, 1988);

12. Коэффициент вариации (CV%) и противоположный ему – коэффициент стабильности по Фишеру (Доспехов, 1985);

13. Селекционный индекс (Сотченко, 1992);

14. Коэффициент адаптивности (Ка) (Животков и др., 1994);

15. Индекс экологической пластичности (ИЭП) (Грязнов, 2000);

16. Селекционный индекс ценности сорта (Орлянский, 2004);

17. Адаптивность и экологическая устойчивость (Гончаренко, 2005);

18. Генетическая гибкость (Зыкин, 2011);

19. Критерий стабильности сортов (Катюк, Зубков, 2014).

Для того чтобы дать хозяйственную характеристику скороспелым сортам сои, использовали показатели их пластичности и стабильности, рекомендованные разными авторами: коэффициент вариации – $V\%$, генетическая гибкость (Зыкин и др.), стрессоустойчивость (Пакудин и др.).

Вначале определили *стрессоустойчивость* испытываемых сортов к действию неблагоприятных факторов среды. Этот показатель оценивается по разности между минимальным и максимальным урожаем семян сортов (U_{\min} – U_{\max}) и поэтому имеет отрицательную величину. U – это урожайность семян в т/га. По мнению автора метода, чем меньше разность, тем сорт более стрессоустойчив, то есть формирует неплохой урожай в разных условиях среды.

Генетическая гибкость сортов характеризует степень соответствия генотипа и факторов среды. Она оценивается по средней урожайности сортов в разных условиях, которая высчитывается по формуле ($U_{\min.} + U_{\max.}$) : 2.

Индекс стабильности сортов рассчитывается делением средней урожайности на коэффициент вариации. Считается, что чем он выше, тем стабильнее сорт.

Провели расчёты по методике Eberhart S.A., Russell W.A. для определения *пластичности* (b_i) и *стабильности* (σd^2). Считается, что ценнее сорта, у которых индекс пластичности $b_i > 1$. Этому требованию удовлетворяют все сорта второй группы стрессоустойчивости – у них $b_i > 1$. Сорта, у которых индекс стабильности σd^2 стремится к нулю (более близок к 0), считаются более стабильными.

Чтобы выделить адаптированные сорта сои для дальнейшего использования в сельскохозяйственном производстве в лесостепи Западной Сибири, был проведён расчёт коэффициента линейной регрессии.

Коэффициент линейной регрессии урожайности сортов (b_i) показывает их реакцию на улучшение условий выращивания. Он может принимать значения больше или меньше 1, а также быть равным 1. Если $b_i > 1$, данный сорт обладает большей отзывчивостью. Если $b_i < 1$, сорт реагирует слабее на изменения условий среды, чем в среднем весь набор изучаемых сортов.

Таким образом, обзор литературы свидетельствует, что изучение коллекционных образцов скороспелых сортов сои и создание исходного материала для её селекции в лесостепной зоне Зауралья весьма актуальна.

ГЛАВА 2 МЕСТО, УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Природно-климатические особенности лесостепной зоны Зауралья

Общая характеристика почв и условий погоды.

Сельскохозяйственная лесостепная зона Зауралья занимает крайний юго-запад Западно-Сибирской низменности (равнины). По природно - климатическим (агроэкологическим) условиям лесостепная зона Зауралья разделяется на две зоны:

- северная лесостепная зона (III), где расположены: Тюменский, Исетский, Ялуторовский, Заводоуковский, Упоровский, Омутинский, Голышмановский, Ишимский и Абатский районы;
- южная лесостепная зона (IV) включает районы: Армизонский, Бердюжский, Казанский и Сладковский.

Расположение зон показано на рисунке 1.



Рисунок 1 – Природно-климатические зоны лесостепи Зауралья

III – северная лесостепь; IV – южная лесостепь.

Северная лесостепная зона – умеренно увлажнённая, тёплая зона. Сумма положительных температур составляет 1890-2000°C. Годовая сумма

осадков 350-400 мм. ГТК 1,2-1,3. Безморозный период в среднем длится около 120-130 суток. Весной заморозки заканчиваются в первой декаде июня и начинаются в третьей декаде августа. Зима холодная, снежная, длится около 5 месяцев. Высота снежного покрова к концу февраля достигает 30-35 см. Средняя температура января $-16,7...-20,3^{\circ}\text{C}$. Лето жаркое, часто засушливое. Засухи в среднем повторяются раз в 2-3 года. Средняя температура июля $17,3...20,2^{\circ}\text{C}$. Северная лесостепь простирается с запада на восток на 450 км, с севера на юг – на 75-150 км.

Почвы северной лесостепной зоны в основном дерново-подзолистые, лесные, луговые, встречаются чернозёмы разных типов. Они содержат больше гумуса, чем почвы подтаёжной зоны, так как наличие травянистой растительности в сочетании с благоприятными температурными условиями и ограниченным увлажнением в летний период способствуют формированию гумусных веществ.

Климатические условия зоны очень разнообразны, но благоприятны для выращивания зернобобовых культур в большей мере в западной части.

Зона южной лесостепи – тёплая, ограниченно увлажнённая. Сумма положительных температур за вегетационный период составляет $2030-2100^{\circ}\text{C}$. Годовая сумма осадков 300-380 мм. ГТК 1,0-1,1. Безморозный период составляет примерно 130-140 суток. Средняя температура января $-17,0...-20,0^{\circ}\text{C}$. Лето жаркое, засушливое. Засухи слабой и средней интенсивности повторяются здесь практически ежегодно длительностью до 24-27 суток. Средняя температура воздуха в июле $18,0...21,0^{\circ}\text{C}$. Протяжённость зоны с запада на восток около 200 км, с севера на юг – до 100 км.

Климат здесь несколько иной: сумма положительных температур превышает 2000°C , а количество осадков снижается до 380 мм в год, водный режим почв выпотной. В зоне много почв лугового типа, в том числе луговых засоленных чернозёмов. В особо сухие годы опасно вторичное засоление,

когда засоленные грунтовые воды подтягиваются в верхние горизонты почв. (Иваненко, Кулясова, 2008).

Территория возможного возделывания сои занимает две зоны: северную и южную лесостепь, соя может расти и в длинное теплое лето давать полноценный урожай семян и в южной части второй зоны: подтаёжной. Эти зоны расположены между $55^{\circ}10'$ и $57^{\circ}30'$ сев. ш. Они вытянуты с запада на восток на 550 км, с севера на юг до 250 км. При такой значительной протяжённости территории температурные условия сравнительно незначительно различаются в их западной и восточной частях. Южная часть области расположена на равнинной Западно-Сибирской низменности, поэтому средние величины температур и увлажнения различаются незначительно. В западной части климат мягче, тут ещё чувствуется влияние европейского климата, восточная часть более континентальна, климат жёстче: чуть жарче и суше (табл. 8).

Таблица 8 – Гидротермические условия лесостепи Северного Зауралья (Тюменский ЦГМС)

Пункт	Место в лесостепи	Температура воздуха, °С						Сумма осадков, мм				
		средняя за месяц				Σ положи- тельных $t^{\circ}\text{C}$	Σ активных $t^{\circ}\text{C}$	июнь	июль	август	сентябрь	Σ общая
		июнь	июль	август	сентябрь							
Тюмень	Запад	16,9	18,6	15,1	9,4	1831	629	56	91	58	54	259
Вагай	Центр	17,3	18,7	15,5	9,7	1871	647	58	88	71	47	264
Ишим	Восток	17,2	18,9	15,5	9,7	1874	647	48	69	57	42	216
Сладково	Юго-восток	17,6	19,3	16,0	10,0	1922	695	55	72	55	42	224

В таблице представлены гидротермические условия лесостепной зоны Северного Зауралья. Показаны среднемесячная температура воздуха и сумма положительных и активных температур за месяцы, когда соя растёт в поле, сумма осадков за эти месяцы в пунктах, расположенных на западе (Тюмень) и крайнем юго-востоке (Сладково). По мере продвижения на восток

увеличивается среднемесячная температура воздуха, сумма положительных и активных температур воздуха, но снижается сумма осадков.

По литературным данным, современные скороспелые сорта сои успевают созреть и давать урожайность семян 2,0 т/га при сумме положительных температур 1700-1900°C, но влаги им требуется около 300 мм (Кашеваров и др., 2004). В лесостепи Тюменской области, как видно из таблицы 8, скороспелым сортам сои хватает тепла, но сдерживающим фактором может стать влага. Её выпадает мало. Осадков 216-264 мм вполне хватает на выращивание 1,5-1,8 т семян с гектара, что для сои тоже очень хорошо.

Расчёты метеоданных в Тюмени (западная лесостепь) и Ишиме (восточная лесостепь) показывают, что сумма положительных температур за вегетацию сои (июнь-сентябрь) 1800°C и более за последние 20 лет накапливалась в Тюмени 16 раз (80% лет). В Ишиме – 18 раз (90% лет). Самые холодные годы в этих пунктах были 2002 и 2014 гг., в Тюмени – ещё и 1999, 2001 гг.

Агрометеорологи показали, что «возделывание культуры считается рентабельным, если она обеспечена теплом не менее чем на 80 %. То есть 8 раз в 10 лет» (Журина, Лосев, 2014). С этой точки зрения, Тюменская лесостепь может считаться самой северной в Сибири зоной возможного возделывания сои на данное время с имеющимися самыми скороспелыми сортами северного и сибирского экотипов.

В последние 20 лет не было поздневесенних заморозков, способных убить всходы сои в Тюмени и Ишиме, но позднелетние (раннеосенние) случались чаще: в Тюмени в 2002 и 2014 гг., в Ишиме – ещё в 2015 г. соя попала под осенние заморозки, многие сорта в сортоиспытании на Ишимском ГСУ не вызрели. В таблице 9 показана динамика накопления положительных и активных температур воздуха, суммы осадков в Тюмени и Ишиме по многолетним сведениям до 10 сентября.

Таблица 9 – Динамика накопления суммы положительных и активных температур, суммы осадков в лесостепи Зауралья
(Тюменский ЦГМС)

Пункт	20.05	31.05	10.06	20.06	30.06	10.07	20.07	31.07	10.08	20.08	31.08	10.09
Сумма положительных температур воздуха, °С (выше 0°С)												
Тюмень	318	455	591	758	938	1121	1303	1498	1662	1813	1964	2083
Ишим	304	449	594	767	946	1139	1326	1525	1691	1850	1998	2120
Сумма осадков, мм												
Тюмень	47	61	84	104	124	148	177	207	231	266	281	294
Ишим	40	50	73	85	108	132	154	177	199	216	234	249
Сумма активных температур, °С (10°С и выше)												
Тюмень	139	222	308	425	551	690	822	963	1072	1275	1274	1343
Ишим	136	227	323	446	576	719	857	1002	1118	1227	1327	1393

Ещё в 1960 г. новосибирский учёный В.Б. Енкен, обобщив результаты своих исследований и литературные сведения, установил средние потребности сои в тепле в разные фазы, разделив их на минимальные, достаточные и оптимальные (табл. 10) (Кашеваров и др., 2004). Мы добавили в эту таблицу температурные данные по тюменской лесостепи для сравнения.

Таблица 10 – Минимальная, оптимальная и достаточная температура воздуха для развития сои в разные фазы в Сибири
(цит. по Кашеварову и др.)

Температура, °С	Фазы роста и развития					
	проращивание	посев- всходы	формирование продуктивных органов	цветение	образование семян	созревание семян
Минимальная	6-7	8-10	16-17	17-18	13-14	8-9
Достаточная	12-14	15-18	18-19	19-20	18-19	14-16
Оптимальная	20-22	20-22	21-23	20-25	21-23	19-20
Тюменская лесостепь	12-14	15-17	17-22	18-22	18-22	14-19

При сравнении с данными В.Б. Енкена получается, что температурные возможности тюменской лесостепи оказываются достаточными для роста, развития и созревания сои.

В 1985 г. Гидрометеорологическое издательство выпустило монографию В.М. Степановой «Климат и сорт (соя)», где сказано, что в

Западной Сибири нет территорий, благоприятных для выращивания сои по сумме активных температур, гидротермическому коэффициенту (ГТК) и pH почвы; были выделены зоны очагового и рискованного возделывания сои. Однако успехи селекции, создание в Сибири сортов сибирского экологического типа (экотипа), а в Европейской России – северного экотипа сои изменило ситуацию: оказалось, новые сорта с иными адаптационными возможностями и ритмом развития вполне благополучно растут и успешно плодоносят в лесостепи Западной Сибири.

В.М. Степанова и Н.И. Корсаков ещё в 1977 г. установили, что для сои благоприятное сочетание тепла и влаги бывает тогда, когда они соответствуют по периодам роста и развития «посев – всходы» - «всходы – цветение» - «цветение – созревание» - «посев – созревание» таким нормам температуры: 13-22-15-17°C, а сумма осадков – 16-27-18-61 мм. В таблице 11 показана обстановка в эти периоды для сои в лесостепи Тюменской области и г. Омска для сравнения.

Таблица 11 – Гидротермические условия по периодам роста и развития сои в лесостепи Тюменской области, в г. Омске и европейской части России

Показатели	Период				Урожайность семян, т/га
	посев- всходы	всходы- цветение	цветение- созревание	посев- созревание	
Европейская часть России					
Средняя температура. °С	13	22	15	17	-
Сумма осадков, мм	16	27	18	61	-
г. Омск (1965-1988 гг.) (по Н.И. Кашеварову и др., 2004)					
Количество, суток	14	38	58	110	-
Сумма среднесуточных температур, °С	203	685	882	1772	1,28
Средняя температура, °С	14,5	18,0	15,2	16,1	-
Сумма осадков, мм	17	76	99	192	-
ГТК	0,81	1,10	1,12	1,08	-
г. Тюмень (2015-2018 гг., с. Касатка)					
Количество, суток	14	33	62	109	-
Сумма среднесуточных температур, °С	173	505	1079	1767	1,80
Средняя температура, °С	12,4	15,3	17,4	16,2	-
Сумма осадков, мм	13	91	117	204	-
ГТК	0,75	1,80	1,08	1,16	-

Данные таблицы 11 свидетельствуют, что в Тюмени период «посев – всходы» у сои происходит в более холодных условиях, чем в Европейской России и Омске; период «всходы – цветение» – также в условиях пониженных температур и большим количеством осадков; период «цветение – созревание» проходит при немного более высокой температуре воздуха ($17,4^{\circ}\text{C}$) и большом количестве осадков (117 мм).

2.2 Погодные условия в годы исследований

Обзор метеорологических условий составили на основе оперативной информации Тюменского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (рис. 2,3).

Погодные условия вегетационного периода сои 2016 г. В третьей декаде мая средняя температура воздуха была на 5°C выше среднемноголетних значений, количество осадков выпало в 6 раз меньше климатической нормы.

В первой декаде июня температура воздуха составила 16°C , что на $1,2^{\circ}\text{C}$ выше среднемноголетних значений. Выпало осадков 9 мм. Эта сумма составляет 60% от нормы. В начале второй декады выпало обильное количество осадков – 29 мм, при норме 19 мм. Во второй и третьей декадах температура воздуха была на уровне средних величин.

В первой декаде июля температура воздуха была выше нормы на $1,1^{\circ}\text{C}$, а осадков выпало всего 5 мм. Во второй декаде при высокой температуре воздуха ($+1,8^{\circ}\text{C}$ к норме за декаду) выпало достаточно большое количество осадков 48 мм. Третья декада июля по температурному режиму была на уровне среднемноголетних значений, но осадков не было. В среднем температура воздуха поднималась до $25-27,7^{\circ}\text{C}$.

В августе средняя температура воздуха за месяц составила $21,2^{\circ}\text{C}$ при норме $15,8^{\circ}\text{C}$, превышение $5,4^{\circ}\text{C}$. Осадков выпало 14 мм при норме 60 мм. В первой декаде августа температура воздуха превышала декадную норму на

6,1 °С, осадков выпало 4 мм. Температура воздуха в конце декады поднималась до 31-33,9 °С (10 августа). Во второй декаде августа температура воздуха была выше нормы на 7,8 °С, количество осадков выпало всего 4 мм. В третьей декаде августа температура воздуха была 18,0 °С выше нормы на 4,6 °С, выпало 5 мм осадков.

Сентябрь в целом был теплее среднемноголетних значений. Среднесуточная температура воздуха в первой декаде сентября была на 3,8°С выше климатической нормы, во второй декаде – на 0,6 °С, в третьей – на 3,5 °С. Количество выпавших осадков в первой декаде превышало среднемноголетние значения на 63,2 %.

В 2016 г. интенсивно накапливались положительные и эффективные температуры: первых накопилось 2101 °С – на 270°С больше нормы, вторых накопилось 719 °С – на 90°С больше нормы.

Погодные условия произрастания сои представлены на рисунках 2 и 3.

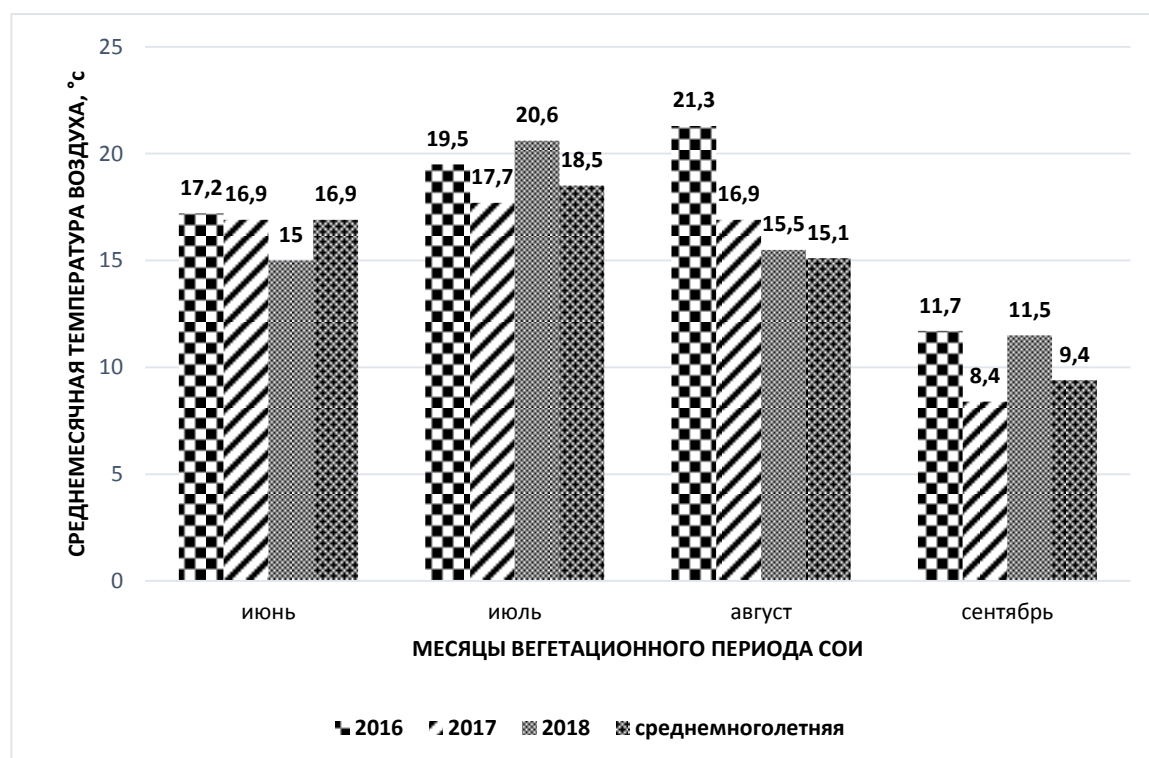


Рисунок 2 – Среднемесячная температура воздуха (°С) в период вегетации сои, 2016-2018 гг.

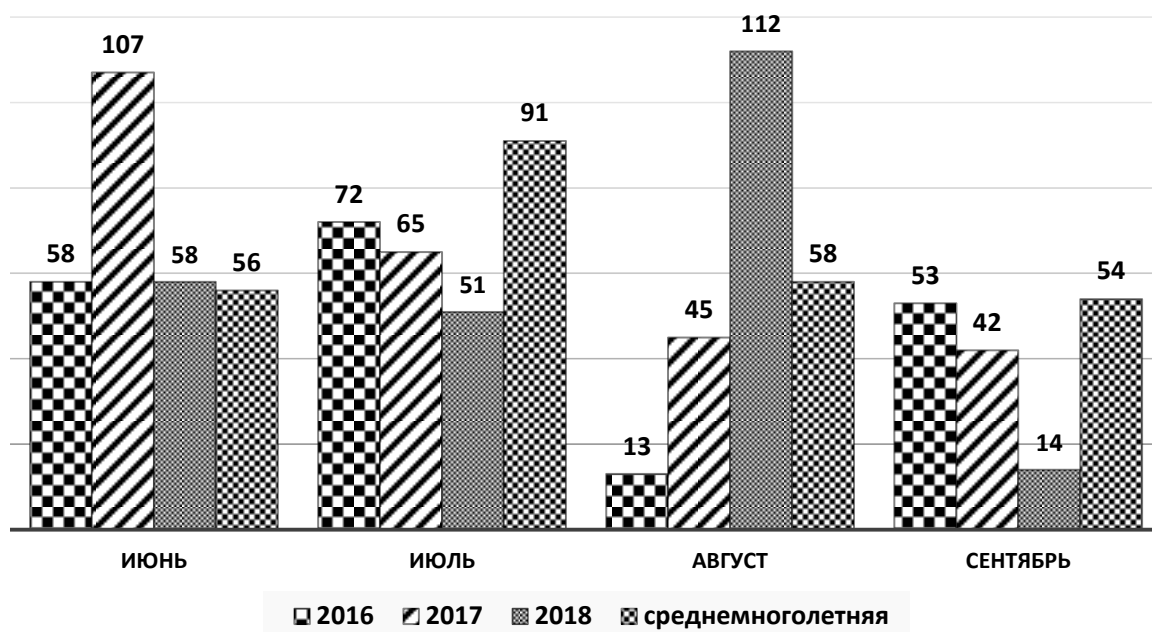


Рисунок 3 – Количество осадков (мм) в период вегетации, 2016-2018 гг.

Погодные условия вегетационного периода сои в 2017 г. В целом май был прохладнее нормы на 1 °С, в каждой декаде были периоды, когда минимальная температура воздуха за сутки опускалась ниже 0 °С. В третьей декаде мая среднесуточная температура воздуха была 10,7 °С, что на 1,7 °С ниже среднемноголетних значений. Во второй и третьей декадах выпало 57 мм осадков.

В первой декаде июня среднемесячная температура воздуха уступала среднемноголетним значениям на 1,2 °С. Вторая и третья декады июня были теплее климатической нормы на 1°С и 0,3 °С соответственно. Осадков за июнь выпало 107 мм, что на 51 мм больше среднемноголетних значений.

Первые две декады июля были холоднее нормы, особенно первая, когда температура воздуха была ниже нормативного значения на 3,1 °С, а осадков выпало 48 мм. В третьей декаде июля средняя температура воздуха составила 19,5 °С, количество осадков выпало 10 мм.

Среднесуточная температура воздуха в начале августа была на уровне нормы (16,3 °С), за декаду выпало 35 мм осадков, что превышает климатическую норму на 105,8 %. Во второй декаде среднесуточная температура воздуха была на уровне среднемноголетних значений, осадков

было совсем мало – 7 мм. Третья декада была жаркой и сухой, воздух прогрелся до 18,6 °С – на 5,2 °С выше нормативного значения.

Первая декада сентября была дождливая, выпало 26 мм – на 7 мм выше среднемноголетнего значения. Температура воздуха была чуть выше нормативного значения на 1,1°С.

2017 г. оказался самым прохладным: положительных температур накопилось на 153 °С ниже нормы, активных – было на 19 °С выше нормы.

Погодные условия вегетационного периода сои в 2018 г. В третьей декаде мая температура воздуха составляла 10,7°С, что на 1,7°С ниже климатической нормы. Выпало достаточно большое количество осадков 24 мм, что превышало норму на 54,2 %.

В первой и третьей декаде июня температура воздуха практически не отличалась от среднемноголетних значений. Во второй декаде температура воздуха была ниже климатической нормы на 4,1°С и составила 13,3 °С. Количество осадков, выпавшие за июнь, составило 58 мм, что соответствовало среднемноголетним значениям.

Июль был самым тёплым месяцем, средняя температура воздуха 20,6 °С – почти на 2 °С выше нормы. Количество осадков за месяц составило 51 мм.

Среднемесячная температура воздуха в августе составила 15,5°С, что на 0,3°С ниже среднемноголетних значений. Осадков выпало 187% месячной нормы.

В сентябре среднемесячная температура воздуха составила 11,5 °С, что выше нормы на 2 °С. Количество осадков за месяц составило 14 мм при среднемноголетнем значении 54 мм.

Для успешного созревания сои необходимо, чтобы растения набрали сумму положительных температур 1700-2000 °С и активных температур (выше 10 °С) более 600 °С (Кашеваров и др., 2004).

В таблице 12 показана динамика суммы положительных и активных температур в течение вегетационного периода в годы опытов.

Таблица 12 – Динамика суммы положительных и активных температур воздуха за период всходы – созревание сои, 2016-2018 гг.

Годы	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Сумма
Сумма положительных температур воздуха, °С (выше 0°)					
Норма	507	574	468	282	1831
2016	516	614	657	314	2101
2017	384	549	527	218	1678
2018	450	639	481	345	1915
Сумма активных температур воздуха (10°С и более)					
Норма	207	264	158	0	629
2016	216	304	347	54	710
2017	171	239	217	17	644
2018	150	484	326	45	870

2017 г. оказался самым прохладным: положительных температур накопилось на 153 °С ниже нормы, активных – было на 15°С выше нормы.

2.3 Объект исследования

В нашей работе использованы скороспелые российские сорта сои сибирского и северного экологических типов, созревающие севернее 55 °с.ш. Все сорта относятся к маньчжурскому подвиду, апробационной группы – флавида.

Сорт Омская 4 создан в ФГБНУ «Омский аграрный научный центр». Родословная сорта: (Омская кормовая 1 х Северная 4). Высота растения – 55-75 см. Форма куста компактная, облиственность средняя. Листья тройчатые, форма листочков овально-яйцевидная, цельнокрайная. Стебли светло-зелёные с коротким густым коричневым опушением. Цветки мелкие, фиолетовые. Бобы светло-коричневые. Семена овальные, светло-жёлтые, рубчик светлый, слабо выражен. Масса 1000 семян – 130-160 г, сорт скороспелый, период от всходов до созревания – 86-105 суток. Средняя урожайность зерна – 1,8 т/га. Содержание белков 36-46 %, жира 19,4-20,9 % (Н.И. Кашеваров и др., 2004) (прил.1).

Сорт СибНИИСХоз 6 создан в ФГБНУ «Омский аграрный научный центр» и Челябинский НИИСХ. Родословная сорта: (Северная 4 х Амурская

2728). Растение детерминантного типа роста. Форма куста полусжатая. Окраска опушения рыжевато-коричневая. Листья зелёные, боковые листочки овальные. Цветки фиолетовые. Бобы светло-коричневые. Семена удлинённые, жёлтые, рубчик коричневый. Средняя урожайность семян – 0,9 - 1,5 т/га, сухого вещества – 2,2-3,5 т/га. Масса 1000 семян 157,4-147,2 г. Содержание белка – 38,5%, жира – 21,0%. Раннеспелый, вегетационный период 86-89 суток. За время испытания слабо поражался аскохитозом (Н.И. Кашеваров и др., 2004) (прил. 1).

Сорт Эльдorado создан в ФГБНУ «Омский аграрный научный центр». Родословная сорта: [СибНИИК-315 х (М 71/923 х Амурская 2728)]. Растения детерминантного типа, высота от низкой до средней, окраска опушения рыжевато-коричневая. Форма боковых листочков овальная, окраска светло-зелёная. Окраска цветков фиолетовая. Бобы тёмно-коричневые. Семена удлинённо-приплюснутой формы, окраска семенной кожуры жёлтая, рубчик коричневый. Время созревания от очень раннего до раннего. Масса 1000 семян 90,8-137,1 г. Средняя урожайность семян от 1,0 -1,1 т/га. Содержание белка до 36,7%, жира – до 21,9 % (В.Ф. Баранов, Л.А. Баранова, 2015) (прил. 2).

Сорт Дина создан в ФГБНУ «Омский аграрный научный центр». Родословная сорта: (химический мутант Омская 3 х Амурская 2728). Высота растений 55-100 см. Форма растений кустовая, промежуточная. Стебли обычные, с рыжим опушением. Общее число междоузлий 15-17, до первого соцветия – 2-3 шт. Цветки мелкие фиолетовой окраски. Соцветие - кисть, на цветоносе 5-6 цветков. Листья тройчатые, форма листочков овально заостренная. Бобы лущильные, длиной 4-5 см, слабоизогнутые, с заостренным кончиком. Семена жёлто-зелёные, округлые. Среднее число семян в бобе 2-3. Масса 1000 семян 91-147 г, рубчик семени узкоовальный, слабо выраженный. Высота прикрепления нижнего боба более 12 см (Л.В. Омелянюк, 2015) (прил. 2).

Сорт Золотистая создан в ФГБНУ «Омский аграрный научный центр». Родословная сорта: [Магева х (Maple presto х Л1339/86)]. Продолжительность вегетационного периода 92-99 сут. Высота растений в зависимости от условий выращивания 80-130 см. Форма растений кустовая, промежуточная. Стебли обычные, с густым рыжим опушением. Число ветвей на высоте 10 см – 2-3. Общее число междоузлий 15-18, до первого соцветия – 2-3 шт. Цветки мелкие, фиолетовой окраски. Соцветие – кисть с 3-6 цветками на среднем цветоносе. Листья тройчатые, форма листочков овально заострённая. Бобы луцильные, длиной 4-5 см, слабоизогнутые. Среднее число бобов на растении 25 шт., максимальное – 86 шт. Высота прикрепления нижнего боба – 14-16 см. Число семян в бобе 2-3, максимальное – 4 шт., семена округлой формы, жёлто-зелёные, окраска семядолей жёлтая. Рубчик узкоовальной формы, слабо выражен. Масса 1000 семян 128-164 г. (Л.В. Омелянюк, 2015) (прил. 3).

Сорт Чера 1 создан ФГБНУ «Чувашский НИИСХ» и ФГБНУ «Ершовская опытная станция орошаемого земледелия» Саратовской области. Раннеспелый сорт. Растения детерминантные, низкие, полупрямостоячей формы, с рыжевато-коричневым опушением стеблей. Боковые листочки округло-яйцевидные, мелкие, интенсивность зелёной окраски средняя. Цветки фиолетовые. Интенсивность коричневой окраски бобов средняя. Семена средние (123,4-141,1 г), удлинённой формы, жёлтые, рубчик тёмно-коричневый. Высота прикрепления нижнего боба 10-12 см. Средняя урожайность семян в регионах соответственно составила 11,5 и 14,5 ц/га. Содержание белка в семенах в среднем 31,8-32,2%, жира – 21,0-23,3%. Устойчив к полеганию и осыпанию (А.А. Фадеев и др., 2013) (прил. 3).

Сорт Светлая создан в ФГБНУ «Рязанский НИПТИ АПК». Родословная сорта: индивидуальный отбор из гибридной популяции. Вегетационный период 85-95 суток. Растение детерминантного типа роста, высотой 60-80 см, с полусжатой формой куста, опушение серой окраски, листья светло-зелёные, овально-ромбовидные. Цветки белые, бобы

коричневые. Семена шаровидно-приплюснутые, жёлтые, рубчик коричневый. Средняя урожайность семян 0,7-1,7 т/га, сухого вещества – 18,0-56,3 ц/га. Масса 1000 семян 120-130 г. Содержание белка – 40-41 %, жира – 17-19 %. Максимальная полученная урожайность зерна – 2,8 т/га. Устойчив к полеганию и растрескиванию бобов (В.Ф. Баранов, Л.А. Баранова, 2015) (прил. 4).

Сорт Касатка создан в ФГБНУ «Рязанский НИПТИ АПК». Родословная сорта: индивидуальный отбор из гибридной популяции. По данным учреждения – оригинатора, вегетационный период его составляет 75-85 суток. Растения детерминантного типа роста с промежуточной формой куста, рыжевато-коричневого опушения, высотой 50-60 см, листья мелкие, овальной формы. Цветки фиолетовые. Бобы коричневые. Семена округло-удлинённые, жёлтые с коричневым рубчиком. Масса 1000 семян 125-135 г. содержание в семенах белка 39-42 %, жира – 17-20 %. Устойчив к полеганию, осыпанию и ржавчине. Достигнутый в опытах максимальный уровень урожайности – 3,24 т/га (В.Ф. Баранов, Л.А. Баранова, 2015) (прил. 4).

Сорт Краснообская создан ТюмНЦ СО РАН (Тюменская область) и СФНЦА РАН (Новосибирская область). Родословная сорта: индивидуальный отбор соматоклонных линий из сорта СибНИИК-315. Сорт скороспелый, продолжительность вегетационного периода – 98-101 суток, предназначен для зернового производства. Форма куста прямостоячая, тип развития промежуточный, верхушка прямая или завивающаяся, высота растения в зависимости от условий выращивания 64-103 см, количество ветвей 2-4, куст сжатый, общее число междоузлий 15-19, высота прикрепления нижнего боба 11-20 см. Растение имеет густое рыжевато-коричневое опушение стебля, черешков, бобов. Листья тройчатосложные, крупные, листочки заостренно-широкояйцевидные. Семена средних размеров, овально-приплюснутые, окраска оболочки и семядолей жёлтая. Рубчик крупный, коричневый. Масса 1000 семян 127-173 г (Е.П. Ренёв, О.А. Вьюшина, 2018) (прил. 5).

Сорт СибНИИК-315 создан в Сибирском НИИ кормов г. Новосибирск. Родословная сорта: индивидуальный отбор в потомстве спонтанного гибрида выделенного из коллекционных образцов. Сорт зернового направления использования. Растения имеют светло-коричневое (рыжеватое) опушение стеблей, листьев, бобов. Высота прикрепления нижнего боба – 11-13 см. Бобы расположены сравнительно равномерно по всему растению, количество семян в бобе 2-3. Высота стеблей – 70-85 см, междоузлий – 10-12. Масса 1000 семян – 160-180 г. Содержание белка – 35-40%, жира – 17-20% (Н.И. Кашеваров и др., 2010) (прил. 5).

2.4 Методика выполнения полевых и лабораторных исследований

Работа по сортоизучению коллекции сортов сои проводилась с 2013 по 2018 гг. на опытном поле ГАУ Северного Зауралья (рис. 4).

Всего в изучении находилось 48 сортов.

Опыт 1. Изучение коллекционных образцов сои из ВНИИР им. Вавилова, Казахстанского НИИ земледелия и растениеводства (2013-2015 гг.).

Цель опыта: выделить скороспелые и урожайные сорта сои адаптивные к условиям лесостепной зоны Зауралья.

Стандарт – сорт сои Эльдorado. Посев проводили вручную на делянках длиной 1 м в трехкратной повторности, учётная площадь делянки – 0,6 м². На рядок сеяли по 13 семян через 7-8 см. Глубина заделки семян – 5 см. Норма высева – 87 всхожих семян на 1 м². Уход за посевами включал по мере необходимости ручные прополки. Убирали посеvy вручную, затем определяли элементы структуры урожая образцов.

Опыт 2. Изучение скороспелых сортов сои по комплексу хозяйственно-биологических и селекционных признаков (2016-2018 гг.).

Цель опыта: провести комплексную оценку скороспелых сортов сои.

Отобрали 10 скороспелых сортов сои: Омская 4, СибНИИСхоз 6, Эльдорадо, Дина, Золотистая из ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»; СибНИИК-315 из ФГБНУ «СибНИИ кормов», а также других научных учреждений страны: Чера 1 – из ФГБНУ «Чувашский НИИСХ»; Касатка, Светлая – из ФГБНУ «Рязанский НИПТИ АПК»; Краснообская – из ТюмНЦ СО РАН и СФНЦА РАН.

Стандарт – сорт сои Омская 4. Предшественник – картофель ранний.

Полевые опыты закладывали в 4-х кратной повторности, учётная площадь делянки – 15 м². Расположение сортов в опыте – последовательное. Норма высева – 800 тыс. всхожих семян на 1 га.



Рисунок 4 – Опытное поле ГАУ Северного Зауралья, г. Тюмень

Агротехника опыта включала в себя вспашку, боронование с внесением минеральных удобрений (нитрофоска – 70 кг NPK на 1 га) и предпосевная культивация на глубину 10-12 см. Посев сои проводился сеялкой ССФК-10. Ежегодно при посеве семена обрабатывали культурой клубеньковых бактерий *Bradyrhizobium japonicum*. Прополку делянок проводили вручную. Сою убирали комбайном TERRION-2010 в фазу полной спелости при влажности 14-18 %.

Полевые наблюдения и учёты выполняли в соответствии с методикой государственного сортоиспытания с.-х. культур (Методика госсортоиспытания..., 1989):

- *фенологические наблюдения*: отмечали наступление фаз роста и развития: всходы – начало и полные, начало роста стебля, появление первых простых листьев, появление первого тройчатого листа, бутонизация, начало цветения, образование первых бобов, полное цветение, конец цветения, начало пожелтения листьев, начало опадения листьев (10 %), опадение 50 % листьев, полное опадение листьев, твёрдая спелость семян – уборка;

- *подсчёт густоты стояния растений в фазу полных всходов и перед уборкой* на закрепленных делянках площадью 0,25 м² с размерами 30 x 83,3 см, считали на двух смежных рядках. На каждой делянке три площадки;

- *облиственность*: отбирали с двух несмежных повторностей пробы растений с площадок размером 0,25 м², взвешивали на электронных весах с точностью до 0,1 г, обрывали листья и мягкую часть верхушки стеблей, взвешивали их и подсчитывали в процентах от общей массы проб;

- *общую урожайность зелёной массы и листьев с 1 м²* с перерасчётом в тоннах с 1 га определяли методом пробного снопа; одновременно определяли площадь листьев: брали их вырезки размером 2x3 см в 10-тикратной повторности, взвешивали их и пересчитывали на 1 м² и гектар, пробы высушивали, взвешивали и рассчитывали урожайность сена сои;

- *структуру растений* определяли по 20 типичным растениям, их выбирали по 5 штук с каждой пробной площадки, учитывали: высоту растений, число узлов стебля, в том числе с бобами, число бобов и семян на растении, массу семян с растения;

- определяли *процент бобов с одним, двумя, тремя и четырьмя семенами*. Для этого брали 100 бобов без выбора и разделяли по числу семян в них, получали процент бобов с разным числом семян, рассчитывали среднее число семян в бобе;

- определяли *устойчивость стеблей к полеганию*: по Методике государственного сортоиспытания, в баллах;

- визуально определяли устойчивость растений к некоторым вредителям и болезням по «Методике государственного сортоиспытания...» (1989);

- обмолачивали посевы в фазу полной спелости семян комбайном TERRION – 2010;

- *учёт урожая* проводили через неделю после обмолота; семена в сухом помещении высушивали до сухого состояния, отделяли сорную примесь на решётах, взвешивали, определяли засорённость и влажность, урожай семян пересчетом на 100 %-ную чистоту и 14 %-ную влажность.

Лабораторные анализы выполняли по следующим методикам:

- влажность семян и зелёной массы – методом высушивания при температуре 105 °С до постоянной массы по ГОСТ 13586.5 -93;

- влажность семян с больших делянок – на электровлагомере «Фауна» в трех повторениях с каждой делянки – по инструкции к прибору;

- содержание сорной примеси – по ГОСТ 30483 –97;

- масса 1000 семян – по ГОСТ 10842 - 89;

- выравненность семян – просеиванием на наборе решёт с круглыми отверстиями диаметром 7, 5 и 3 мм;

- плёчатость (содержание семенных оболочек) – по «Методике государственного сортоиспытания...»;

- содержание жира определяли в лаборатории ООО «Заводоуковский маслозавод» на ЯМР – анализаторе АМВ-100 В;

- содержание протеина – методом Кьельдаля (ГОСТ 10846-74) в лаборатории ООО «Заводоуковский маслозавод»;

- энергию прорастания семян и всхожесть – по ГОСТ 13586.5-93, проращивали на фильтрованной бумаге в чашках Петри;

- повреждение семян вредителями – визуально по руководству (Шпаар и др., 2000);

- зоотехнический анализ сена сои – в лаборатории агротехнической службы «Тюменский» по стандартным методам. Определяли содержание

сахаров, клетчатки, жира, протеина, Са, Р, каротина, рассчитывали содержание кормовых единиц;

Методика экономических расчётов представлена в главе 7 «Экономическая эффективность возделывания скороспелых сортов сои в Тюменской области».

Статистическая обработка экспериментальных данных проведена по методике Б.А. Доспехова (1985) и с помощью программ Snedecor 2, Excel.

ГЛАВА 3 ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛЕКЦИИ СОРТОВ СОИ

Изучение коллекции наиболее скороспелых сортов сои из Всероссийского института растениеводства им. Н.И. Вавилова проводилось с 2013 г. (табл. 13). Сорта были из разных стран Европы, Азии, Северной Америки, но в основном из России, в том числе из Сибири: Иртышская 1, Алтом, СибНИИСХоз 6, Сибирячка и Эльдorado; Европейской России: Рязани – Окская, Светлая, Касатка, Магева и Санкт-Петербурга: ПЭП-2;17;18;27.

Таблица 13 – Результаты изучения коллекции скороспелых сортов из Всероссийского института растениеводства им. Н.И. Вавилова, 2013 г.

№	№ коллекции ВИРа	Название сорта	Происхождение	Урожай семян, г/м ²	Масса 1000 зёрен, г	Вегетационный период, сут.
1	5118	Иртышская 1	Россия	175	154	101
2	5493	Herb 22	Румыния	180	184	121
3	5589	840-2-7	Швеция	440	132	98
4	5829	Fiskeby V	Швеция	506	163	98
5	5830	1040-4-2	Швеция	471	197	98
6	9780	MON-05	США	432	188	108
7	9922	Major	Франция	570	196	121
8	9959	Окская	Россия	520	111	98
9	9960	Светлая	Россия	300	111	101
10	10043	Алтом	Россия	590	195	108
11	10044	СибНИИСХоз 6	Россия	335	145	98
12	10539	KG-20	Канада	222	164	125
13	10606	Kalmit	Франция	240	176	101
14	10651	ПЭП-2	Россия	432	131	101
15	10654	ПЭП-17	Россия	430	128	101
16	10655	ПЭП-18	Россия	530	141	101
17	10659	ПЭП-27	Россия	388	166	104
18	10744	OAS Eclipse	Канада	105	103	121
19	11087	Milvus	Польша	167	137	125
20	11114	Касатка	Россия	477	112	91
21	11115	Магева	Россия	390	168	101
22	11199	Бара	Россия	145	148	121
23	5390	***	Китай	237	148	125
24		Сибирячка	Россия	448	144	98
25		Эльдorado (st)	Россия	414	136	98

В течение вегетационного периода вели фенологические наблюдения, убрали и учли урожай, определили основные показатели качества семян у сортов, созревших менее чем за 100 суток и давших высокий урожай семян (г/м²).

По урожайности семян с 1 м² были выделены образцы: Алтом – 590 г/м², К-9922 (Major из Франции), но все его семена были морозобойными, вегетационный период – один из самых продолжительных – 121 сутки, К-10655 – 530 г/м², К-9959 – 520 г/м², Касатка – 477 г/м² и др.

К оценке по массе 1000 семян мы подходили умеренно, брали образцы с массой не более 150 г.

В результате отбора по вегетационному периоду, массе 1000 семян, урожайности, показателям качества взяли для дальнейшего изучения сорта: Окская, Светлая, Касатка, Магева, Сибирячка, Эльдorado, СибНИИСХоз 6.

В вегетативную часть жизненного периода все сорта развивались практически равномерно, но бутонизация у части сортов произошла в начале июля, у остальных – в конце июля. Это оказались самые позднеспелые сортообразцы: К-5493, К-9922, К-10539, К-10744, К-11087, К-11199, К-5390. Всё это короткодневные сорта, задерживающие развитие в условиях длинного сибирского летнего дня. Скороспелостью отличались ленинградские сорта ПЭП и три образца из Швеции: К-5589, К-5829, К-5830.

По мере созревания посевов сорта убирали и проводили морфологический анализ (табл. 14). К высокорослым относятся сорта с высотой стебля более 100 см: Kalmit, OAS Eclipse, Бара, KG-20, Иртышская 1, Herb 22. К короткостебельным относятся сорта с высотой стебля 50-70 см: СибНИИСХоз 6, Касатка, Fiskeby V, 840-2-7, Светлая, Сибирячка.

Таблица 14 – Элементы структуры урожайности коллекции
 скороспелых сортов из Всероссийского института растениеводства им. Н.И.
 Вавилова, 2013 г.

Сорта	Высота стебля, см	Число боковых веточек, шт		Высота прикрепления нижнего боба, см	Число бобов на растении, шт	Число узлов стебля, шт		Число бобов в узле, шт	% бобов в урожае		
		всего	с бобами			всего	с бобами		1-семянные	2-семянные	3-семянные
Эльдорадо	89	2,3	2,3	14,3	23,8	10,9	9,6	2,5	17,4	44,4	38,1
Иртышская 1	109	3,7	3,5	13,5	32,4	13,5	12,5	2,6	22,7	35,2	42,1
Herb 22	100	2,0	1,7	13,2	19,8	13,5	10,5	1,9	37,8	44,9	18,9
840-2-7	52	3,0	2,7	10,9	21,7	11,3	10,9	2,0	28,1	42,2	29,7
Fiskeby V	60	1,8	1,7	11,1	28,1	11,5	11,0	2,6	17,9	48,1	34,0
1040-4-2	86	2,1	2,1	12,8	25,9	13,5	13,1	2,0	40,5	46,1	13,4
MON-05	87	2,6	2,6	7,9	41,6	13,9	12,9	3,2	31,3	26,0	42,7
Major	88	4,5	4,2	15,1	31,9	11,9	11,0	2,9	17,3	40,4	42,3
Светлая	75	1,1	1,0	10,5	24,7	10,6	10,3	2,4	18,2	46,2	35,6
Алтом	85	1,7	1,7	13,5	29,0	10,4	10,2	2,8	24,4	39,5	36,1
СибНИИСХоз 6	55	2,6	2,4	9,1	21,6	10,0	10,0	2,2	19,0	42,0	38,0
KG-20	110	2,4	2,1	23,9	30,5	14,2	11,7	2,6	23,2	41,1	35,7
Kalmit	122	4,8	4,5	20,7	38,2	14,5	12,6	3,0	25,7	33,0	41,3
ПЭП-2	78	1,7	1,4	8,7	28,3	10,0	9,7	2,9	29,5	36,1	34,4
ПЭП-17	77	1,9	1,4	9,3	25,8	10,6	10,1	2,6	9,2	42,5	46,0
ПЭП-18	70	2,8	2,7	8,8	38,2	10,6	10,0	3,8	11,2	46,4	42,4
ПЭП-27	86	0,8	0,8	10,7	25,9	12,6	11,7	2,2	19,0	52,9	28,1
OAS Eclipse	112	1,2	1,2	18,0	17,8	15,8	9,3	1,9	29,6	44,4	26,0
Milvus	99	1,9	1,5	16,2	22,1	10,6	9,7	2,3	34,8	39,3	25,9
Касатка	60	3,6	3,2	8,9	35,6	13,4	12,7	2,8	21,0	42,0	36,0
Милета	81	0,6	0,6	13,4	25,0	10,2	9,9	2,5	18,2	43,8	37,4
Бара	103	0,8	0,8	15,6	17,1	12,7	9,8	1,7	33,9	56,0	10,1
Сибирячка	68	2,8	2,7	11,9	29,4	10,0	9,2	3,2	34,6	46,3	19,1
Окская	88	4,5	4,2	15,1	31,5	11,9	11,0	2,2	18,2	46,2	35,6

Число боковых веточек сравнительно небольшое, так как в сплошном посеве с междурядиями 15 см соя кустится слабо. Выделяющиеся большим количеством веточек относятся сорта: Иртышская 1, Сибирячка, Kalmit, Herb 22, MON-05, 840-2-7, Major, СибНИИСХоз 6, KG-20, ПЭП-18, Касатка. Практически все боковые веточки были плодоносными, имели по одному бобу и были с одним семенем.

В коллекции есть сорта с очень низким прикреплением первых нижних бобов: MON-05, СибНИИСХоз 6, ПЭП-2, ПЭП-17, ПЭП-18, Касатка. Имеются и сорта с высоким прикреплением нижнего боба: К-5390, Major, KG-20, Kalmit, OAS Eclipse, Milvus, Бара.

Самое большое число бобов было у сортов: Иртышская 1 – 32,4 боба; MON-05 – 41,6; Kalmit – 38,2 боба, но есть сорта с большим количеством бобов: Major – 31,9 боба; KG-20 – 30,5; ПЭП-18 – 38,2; Касатка – 35,6 боба.

Число узлов стебля обычно больше у высокорослых сортов: Kalmit, KG-20, OAS Eclipse. У большинства сортов в узле располагается до 2,5 боба, но есть сорта, у которых в каждом узле стебля содержится 2,8-3,0 боба: Касатка, ПЭП-2, Алтом, Major и даже больше: Сибирячка и MON-05 – 3,2 боба, ПЭП-18 – 3,8 боба.

Обычно у сои формируются бобы с 1-3 семенами, 4-хсемянные бобы в незначительном количестве имелись только у сорта ПЭП-2 – 2%. Конечно, более урожайными будут сорта с преобладанием трёхсемянных бобов: более 40% таких бобов имели в урожае сорта: ПЭП-18, ПЭП-17, Kalmit, Major, MON-05, Иртышская 1. Больше 2,3 семени содержатся в бобах сортов: Major, ПЭП-17, ПЭП-2.

В 2013 г. нам также прислали коллекцию 20 скороспелых сортов сои из ТОО «КазНИИЗиР» Алматинской области Республики Казахстан (табл. 15).

Все сорта казахстанской селекции медленно развивались в течении вегетационного периода и не созрели к уборке, но сформировали значительную зелёную массу, пригодную на корм. В конце августа сою

убрали на зелёную массу, определили высоту стеблей, урожай и облиственность.

Таблица 15 – Результаты изучения сортов сои казахстанской селекции, 2013 г.

№	Название сорта	Высота растений, см	Облиственность, %	Урожай зелёной массы, кг/м ²
1	Алматы	120	55,9	5,7
2	Болшан	140	60,0	6,7
3	Вита	110	55,6	3,0
4	Гибрид 670	110	55,3	7,5
5	Жалпаксай	100	58,3	6,0
6	Жанская	100	57,5	6,7
7	Заря	105	50,0	6,0
8	Искра	110	56,7	5,0
9	Казахстанская 2309	110	56,3	5,3
10	Ласточка	100	62,9	5,8
11	Мисула 1092	100	70,0	3,3
12	Надежда	110	55,0	6,7
13	Нина	110	65,5	4,8
14	Перизат	110	63,0	6,0
15	Радость	105	64,5	5,2
16	Риза	105	54,5	5,5
17	Роза	105	60,5	7,2
18	Сабира	105	50,0	4,7
19	Тажан	105	62,2	7,5
20	Эврика 357	105	61,5	4,3
	Эльдорадо, st.	110	29,6	4,5

По урожайности зелёной массы с м² выделились: Гибрид 670 и Тажан – 7,5 кг/м², Болшан и Надежда – по 6,7 кг/м², Жалпаксай, Заря, Перизат – по 6 кг/м². Низкоурожайными были: Вита – 3 кг/м², Мисула 1092 – 3,3 кг/м², Эврика – 4,3 кг/м².

Наиболее скороспелые сорта сои из коллекции Всероссийского НИИ растениеводства им. Вавилова (14 образцов) были испытаны и в 2014 г., а также два сибирских сорта – стандарта – Эльдорадо и Сибирячка.

Засуха июня – начала июля сильно замедлила рост растений всех сортов сои, но зацвели они в те же сроки, что и в 2013 г. Рост и развитие

проходили в условиях очень холодной и дождливой погоды. Немного ускорил развитие сои теплый и сухой август, первые признаки созревания растений – пожелтение листьев – появились к 25 августа, осыпание листьев началось с 5 сентября у наиболее скороспелых сортов: Окская, Светлая, Касатка, СибНИИСХоз - 6.

У сортов сои Светлая и СибНИИСХоз 6 к уборке осыпались почти все листья, семена имели нормальные размеры, были довольно твердыми. Осыпалось 50% листьев у Касатки, ПЭП – 17 и 18, началось осыпание у Окской и Малеты. Желтые, но не осыпавшиеся листья и бурые бобы были у образцов из Швеции: 840-2-7, Fiskeby, 1040-4-2.

В таблице 16 представлены результаты оценки коллекционных образцов по урожайности и элементам её структуры. Первые два места по урожайности заняли рязанские сорта Касатка и Светлая: 109 и 107 г/м², третье место с большим отрывом занял сорт из ВИРа ПЭП-18, четвертое – СибНИИСХоз-6 и пятое – ПЭП-2. Сорта-стандарты – Эльдorado и Сибирячка – заняли последние места.

Высота стеблей более 40 см была у сортов, подвергшихся израстанию после обильных осадков: все сорта ВИРа, сорт из Швеции Fiskeby, Сибирячка, Эльдorado. У них на верхушках стеблей образовались соцветия, завязались бобы, но были они пустые или односемянные. Особенно сильно изрос сорт Kalmit: высота стеблей у него была до 80 см, но образовались единичные бобы.

Высота прикрепления бобов у основной массы сортов была 10 см и выше, что важно для механизированной уборки посевов.

На растениях сои число узлов колебалось от 9 до 13, но узлов с бобами было мало. Только наиболее урожайные сорта Светлая и Касатка имели почти по 8 плодовых узлов при общем их числе 9-10. В урожае всех сортов были бобы с 1-3 семенами, но их соотношение было разное, преобладали 2-х семянные бобы. У более урожайных сортов в урожае преобладали 2-3-х семянные.

Таблица 16 – Результаты изучения коллекции сортов сои из
Всероссийского института растениеводства им. Н.И. Вавилова, 2014 г.

Сорта	Происхождение	Урожай семян, г/м ²	Высота стеблей, см	Высота прикрепления нижних бобов, см	Число узлов с бобами, шт.	Число бобов на растении, шт.	% бобов в урожае		Масса 1000 семян, г
							3-семянные	2-семянные	
Эльдорадо	Омск	26	49	19	2,0	2,8	14	32	148
Сибирячка	Омск	44	24	12	4,4	5,3	4	34	149
СибНИИС -Хоз-6	Омск	79	18	6	2,0	6,7	20	44	143
840-2-7	Швеция	68	39	13	4,5	6,6	8	42	161
Fiskeby	Швеция	54	48	12	4,1	5,0	10	34	175
1040-4-2	Швеция	61	38	11	5,4	8,2	8	46	158
Окская	Рязань	25	29	14	4,1	5,0	8	36	104
Светлая	Рязань	107	37	8	7,5	10,4	18	56	112
Касатка	Рязань	109	38	11	7,3	11,3	28	27	116
Малета	Рязань	67	42	12	2,9	5	12	32	154
ПЭП-2	Ленинград ВИР	76	52	9	3,5	4,9	24	36	146
ПЭП-17	Ленинград ВИР	69	46	10	3,7	6,0	18	48	145
ПЭП-18	Ленинград ВИР	89	46	9	4,5	6,5	16	58	129

Бобов на растении в 2014 г. было мало, хотя цвели они довольно обильно. Больше всего бобов было у сортов Касатка – 11,3 боба и Светлая – 10,4 боба.

Масса 1000 семян колебалась от 104 (Окская) до 175 г (Fiskeby). Самая низкая масса 1000 семян была у сортов рязанской селекции: Окская, Светлая, Касатка, высокая – у сортов из Швеции, Омской области и ВИРа.

Полная спелость семян не наступила. Сорта убрали 12 сентября после заморозка и дозревали под навесом в снопах. Урожай семян получился низкий. Самые урожайные сорта: Касатка – 109 г/м², Светлая – 107 г, ПЭП-18

– 89 г, СибНИИСХоз - 6 – 79 г, ПЭП-2 – 76 г. Урожай сортов-стандартов был самым низким: Эльдорадо – 26 г/м², Сибирячка – 44 г.

С 2015 г. стали изучать омские сорта: Эльдорадо, СибНИИСХоз 6, Омская 4 – взят на изучение как сорт-стандарт; рязанские сорта: Касатка, Магева, Светлая; сорт из Чувашии – Чера 1; сортов сои Ершовской опытной станции Саратовской области – Соер 4; 5; 7; сорт из Белоруссии – Припять; из Новосибирска – СибНИИК-315. Итого: 12 сортов (табл. 17).

Таблица 17 - Результаты испытания скороспелых сортов сои, 2015 г.

№	Название сорта	Происхождение	Вегетационный период, сут	Облиственность, %	Урожай зелёной массы, кг/м ²	Масса 1000 семян, г
1	Омская 4 (стандарт)	Омск	121	48,2	3,0	123
2	СибНИИСХоз 6	Омск	113	46,0	3,5	136
3	Эльдорадо	Омск	121	51,1	3,5	135
4	Соер 4	Саратовская область	не созрел	44,4	3,6	-
5	Соер 5	Саратовская область	не созрел	44,4	3,3	-
6	Соер 7	Саратовская область	не созрел	46,2	3,9	-
7	Чера 1	Чувашия	108	45,5	3,7	128
8	Касатка	Рязань	108	40,2	3,4	137
9	Магева	Рязань	112	47,7	3,1	114
10	Светлая	Рязань	108	46,6	3,2	122
11	Припять	Белоруссия	не созрел	40,8	3,1	-
12	СибНИИК-315	Новосибирск	108	40,2	3,3	174

Из-за низкой урожайности и позднеспелости выбраковали сорта Соер 4, Соер 5, Соер 7 и сорт Припять. К уборке они не созрели, и мы их измельчили на зелёное удобрение.

Перед уборкой убрали растения с закрепленных площадок, посчитали количество сохранившихся растений и сделали морфологический анализ (таблица 18).

Таблица 18 – Морфологический анализ растений скороспелых сортов сои, 2015 г.

Сорт	Высота растения, см	Число боковых веток, шт.		Высота прикрепления нижнего боба, см	Число бобов на растении, шт.	Число узлов на стебле, шт.		Число бобов в узле, шт.	% бобов с разным числом семян в них			
		Всего	в т.ч. с бобами			Всего	в т.ч. с бобами		0	1	2	3
Омская 4 (стандарт)	111	3,5	3,0	13	26,2	14,7	8,3	3,1	0	24	48	28
Сибниихо з 6	115	0,4	0,3	16	14,2	13,4	7,7	1,8	2	25	45	28
Эльдорадо	122	2,2	2,0	19	20,4	13,8	8,3	2,5	1	40	41	17
Соер 4	121	2,2	0	19	1,9	17,5	0	0	24	14	40	22
Соер 5	122	3,1	1,7	27	16,8	16,1	5,2	3,2	10	19	41	30
Соер 7	115	4,0	2,0	28	16,0	16,4	5,7	2,9	5	21	49	25
Чера 1	86	4,1	4,0	11	49,2	14,6	9,7	5,1	0	35	37	28
Касатка	77	5,1	4,9	13	39,9	13,1	8,5	4,6	0	24	48	28
Магева	116	2,3	2,0	19	25,9	14,5	9,3	2,8	4	44	35	17
Светлая	83	4,3	4,0	15	30,1	12,9	7,7	3,9	2	31	47	20
Припять	138	0	0	18	17,6	14,0	10,2	1,7	9	12	42	37
Сибниик 315	94	4,0	3,7	16	21,4	12,6	6,6	3,2	-	52	33	13

В условиях довольно влажного и прохладного июля и августа произошёл вторичный рост, в результате они в высоту превысили 100 см, хотя все сорта детерминантные, то есть с ограниченным ростом. Увеличение роста произошло за счет удлинения верхних междоузлий до 10-15 см. Не были подвержены вторичному росту растения скороспелых сортов Касатка – 77 см, Светлая – 83 см, СибНИИК-315 – 94 см.

В урожае сравнительно мало трехсемянных, преобладали двухсемянные бобы. Пустые, бессемянные бобы единичны, только у Соер 4 их было очень много – 24 %.

Поскольку густота стояния растений была разная, то и количество боковых веточек сильно различалось у сортов. Самые редкие посевы были у сортов Чера, Соер 4,5 и 7, Касатка и Светлая, у них растения сильно ветвились, и количество веточек достигало 2,2-5 (шт.) растений. У сортов с более густыми посевами число веточек было не меньшим: Омская 4, Эльдорадо, СибНИИК 315 имели по 2,2-4,0 веточки. Сорт Припять имеет «нулевой» тип ветвления, СибНИИСхоз 6 слабо ветвился.

В густых посевах с междурядиями 15 см в нижних узлах бобы не образуются, и нижними оказываются те, которые образовались на высоте 13-19 см. У более редко посеянного сорта Чера 1 нижние бобы образовались на высоте 11 см.

По количеству бобов на растении впереди были Чера 1, Касатка, Светлая, посевы которых были мало загущены.

Скороспелые сорта Касатка, Светлая, СибНИИК-315, Чера 1, Эльдорадо, СибНИИСхоз 6, Омская 4 имели меньшее количество узлов на растениях.

Узлов с бобами у растений намного меньше, чем всех узлов, плодовые узлы составляют от 32 до 73 % от общего количества.

Число бобов в узле самое большое у сортов, имевших разреженные посевы: Касатка, Светлая, Чера 1, близкие к ним количество бобов в узле у сортов СибНИИК 315, Омская 4, Соер 5.

Сорт Припять имеет нулевую ветвистость, то есть не дает боковых веточек, но у него в узлах много бобов.

Болезней и вредителей на сое в первый год не замечено.

На основе изученных сортов сои в 2013-2015 гг. признаны скороспелыми в лесостепной зоне Зауралья сорта Омской селекции – Омская 4, СибНИИСХоз 6, Эльдорадо, Новосибирской селекции –

СибНИИК-315, Чувацкий сорт Чера 1, но самым скороспелыми, давшими самые спелые семена, оказались рязанские сорта – Касатка и Светлая. Сорта Магева и Малета выбракованы за позднеспелость, а Окская – за невысокую урожайность семян.

Изучение скороспелых сортов происходило в своеобразных условиях вегетации в зоне лесостепи Зауралья. Осадков здесь в основном хватает для формирования хороших урожаев семян сои, но не хватает тепла. В 2013 г. за период вегетации сои от всходов до полной спелости семян накопилось 1950 °С положительных температур воздуха, в 2014 г. – всего 1761°С, в 2015 г. – 1830 °С – минимальная сумма, при которой созрели самые скороспелые сорта.

Для дальнейшего изучения в 2016 г. были отобраны сорта: Омская 4, СибНИИСХоз 6, Эльдorado, Дина, Золотистая, Краснообская, СибНИИК-315 Касатка, Чера 1, Светлая.

В 2017-2018 гг. появились сорта сои: Черемшанка, Меляуша, Зуша и Сибириада. Изучение их характеристик по литературным данным показало, что они для нас позднеспелые: вегетационный период более 100 суток. Это для лесостепи Тюменской области главный показатель, чтобы сорта сои созрели.

Для нашей зоны наиболее подходящие сорта, созданные в узком интервале северной широты – от 55° до 57°30', чтобы не проявилась фотопериодическая реакция. Кроме названных выше пунктов селекции сои, в этих широтах изучением и выращиванием этой культуры никто не занимается. Поэтому у нас осталось всего 10 сортов. Нами проведено всестороннее и тщательное изучение хозяйственно-ценных и селекционных признаков и свойств сортов.

Таким образом, в результате изучения коллекционных образцов были выделены для использования в селекции источники ценных признаков:

- на скороспелость: Касатка, Чера 1, Краснообская, СибНИИК-315;
- на высокую урожайность: Чера 1, СибНИИК-315;

- на короткостебельность и устойчивость к полеганию: Касатка, Краснообская, СибНИИК-315, Чера 1;
- устойчивость бобов к растрескиванию и осыпанию семян: Чера 1;
- физические свойства семян: Чера 1 и Касатка;
- высокое содержание в семенах жира и протеина – Омская 4.

ГЛАВА 4 ХАРАКТЕРИСТИКА СКОРОСПЕЛЫХ СОРТОВ СОИ ПО ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ

4.1 Продолжительность вегетационного периода

Вегетационный период – это время в сутках от полных всходов до полной спелости и уборки.

Продолжительность вегетационного периода – это один из основных признаков, по которому судят о возможности возделывания сорта в тех или иных почвенно-климатических условиях, а также о его использовании в качестве исходного материала в различных селекционных программах.

Решающее значение имеет продолжительность вегетационного периода для новых культур, которые намеривались возделывать за пределами их естественного ареала, как это обстоит у нас с соей. Если новая культура позднеспелая, то её никто не будет возделывать.

Вегетационный период сорта – величина непостоянная, она варьирует как в географическом разрезе, так и по годам. Изменчивость вегетационного периода по годам в одном и том же пункте определяется в основном тремя факторами: температурой, осадками и биологическими особенностями сортов. Продолжительность вегетации от посева до цветения, теснейшим образом, зависит от суммы среднесуточных температур, а продолжительность налива семян, кроме суммы температур, в не меньшей степени зависит от условий увлажнения почвы и воздуха. Прохладная погода и низкие положительные температуры, изменяя ход физиолого-биохимических процессов, задерживают развитие и формирование растений, вызывают увеличение продолжительности вегетационного периода (Адамова, 1971; Ермолина, Короткова, 2014). В жаркую погоду, наоборот, происходит ускорение развития (Адамова, 1971).

У всех сортов период формирования вегетативной части растений – продолжается одинаково с точностью до суток, различия между сортами

появляются в течение генеративной части развития, особенно в пору созревания.

Продолжительность вегетационного периода скороспелых сортов сои в условиях Западной Сибири в среднем за три года исследований представлена на рисунке 5 и приложение 6.

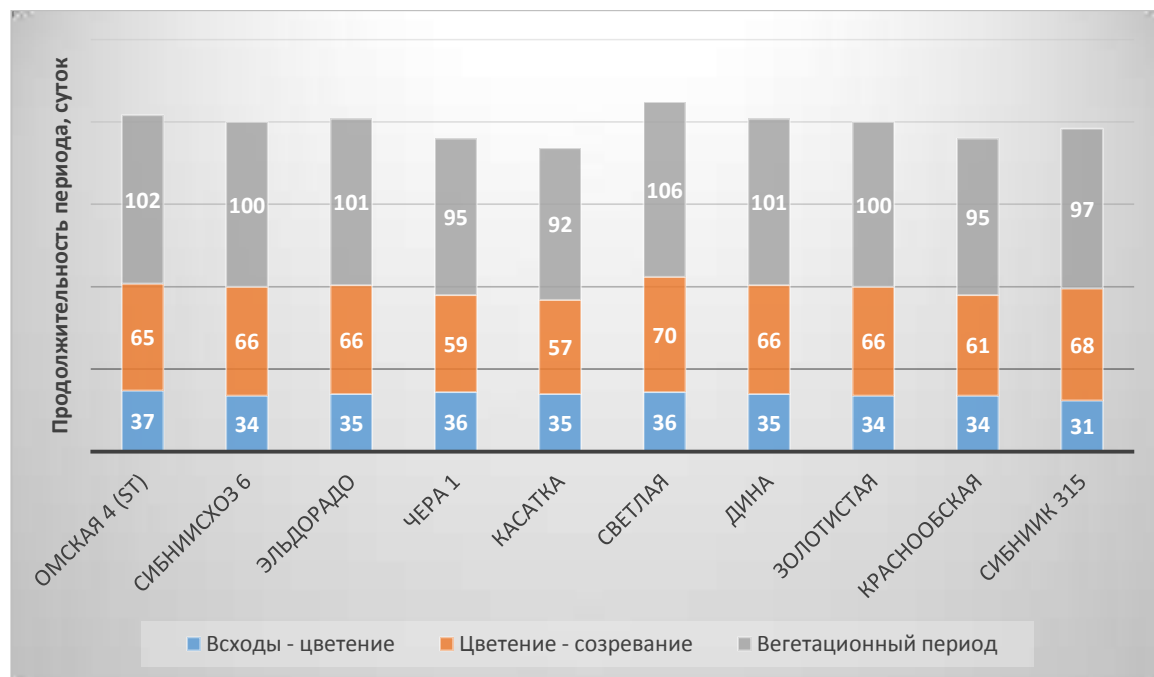


Рисунок 5 – Продолжительность вегетационного периода скороспелых сортов сои, 2016-2018 гг.

Вегетационный период скороспелых сортов сои Касатка, Чера 1, Краснообская составил 92-95 суток и был короче стандартного сорта Омская 4 на 7-10 суток. Самые продолжительные вегетационные периоды были у сорта Светлая – 106 суток, что на 4 суток больше чем у сорта – стандарта.

Различные погодные условия оказали влияние на развитие растений (прил. 7). Продолжительность вегетационного периода сортов сои зависит от длительности различных межфазных периодов. В период *всходы – цветение* происходит рост и развитие в основном вегетативных органов, способствующих накоплению общей массы растений (Семенова, Соболев, 2009). Этот период изменялся от 31 до 37 суток. Наименьшая продолжительность периода наблюдалась у сорта СибНИИК-315 – 31 сутки, что на 6 суток меньше чем у сорта – стандарта Омская 4. На увеличение

данного периода в большей степени влияли обильные осадки (до 90 мм) в начале июля.

В период *цветение – созревание* растения сои формируют число семян в бобах и их налив. Продолжительность периода варьировала от 59 до 70 суток в среднем за три года, при достаточном увлажнении: средняя сумма осадков 87 мм.

Вегетационный период у скороспелых сортов сои (Касатка, Чера 1, Краснообская и СибНИИК-315) варьировал от 92 до 97 суток; у остальных исследованных скороспелых сортов – от 100 до 106 суток (прил. 7,8). Самым скороспелым был сорт Касатка, созревающий в среднем за 92 суток при сумме положительных температур 1625 °С и количестве осадков 178 мм за период *всходы – созревание*. Более продолжительный вегетационный период 106 суток отмечен у сорта Светлая, с суммой среднесуточных температур воздуха 1807 °С и количеством осадков 202 мм.

Вегетационный период скороспелых сортов сои зависит от природно-климатических условий и находится в тесной взаимосвязи с температурой воздуха (°С) и количеством выпавших осадков, особенно, в период всходов и созревания семян. Период цветения находится в тесной взаимосвязи с температурой воздуха (°С) (табл. 19).

Таблица 19 – Коэффициент корреляции между межфазными периодами вегетации сои и метеорологическими параметрами, 2016-2018 гг.

Период вегетации, сут.	Среднесуточная температура воздуха, °С	Сумма осадков, мм	ГТК Селяникова
Всходы – цветение	0,98±0,07	-0,18±0,35	-0,83±0,46
Цветение – созревание	0,88±0,17	0,71±0,25	0,39±0,33
Всходы –созревание	0,86±0,18	0,88±0,17	0,16±0,35

В период посев – всходы сильная связь с температурой воздуха ($r=0,95$) и количеством осадков ($r = 0,90$); всходы – цветение сильная корреляционная связь с температурой воздуха ($r = 0,98$); цветение-созревание находится в тесной взаимосвязи с температурой воздуха ($r = 0,88$) и суммой осадков ($r =$

0,71) и в межфазный период всходы – созревание ($r = 0,86$) и ($r = 0,88$) соответственно.

Изученные сорта сои по скороспелости вполне соответствуют природно-климатическим условиям лесостепной зоны Тюменской области и могут здесь возделываться. Однако предпочтение следует отдавать более скороспелым сортам: Касатка, Краснообская, СибНИИК-315, Чера 1 (табл. 20), которые созревают своевременно без обработки десикантами, что удорожает агротехнику.

Таблица 20 – Продолжительность вегетационного периода, суток

Сорт	Годы опытов			Средняя	+,- к стандарту	
	2016	2017	2018		суток	%
Омская 4 (st)	90	104	113	102	0	0
СибНИИСХоз 6	93	101	105	100	-2	-98
Эльдorado	93	104	105	101	-1	-99
Чера 1	90	89	105	95	-7	-93
Касатка	90	89	96	92	-10	-90
Светлая	103	101	113	106	+4	+104
Дина	98	101	105	101	-1	-99
Золотистая	93	101	105	100	-2	-98
Краснообская	93	96	96	95	-7	-93
СибНИИК-315	93	101	96	97	-5	-95

При оценке продолжительности вегетационного периода считается существенной разница между сортами и сортом – стандартом равная 5 суток и более. Такими более скороспелыми сортами были Касатка, Чера 1, Краснообская, немного не дотянул сорт СибНИИК-315.

Сделана математическая обработка данных за три года, в которой в качестве повторностей были взяты показатели по годам опыта. Это даёт возможность выявить долю влияния основных факторов на изученные показатели: сортов и условий лет выращивания. Для этого величина общего варьирования принимается за 100 %, от него рассчитывается доля влияния повторностей – лет опыта и доля влияния сортовых особенностей (табл. 21).

**Таблица 21 – Результаты дисперсионного анализа продолжительности
вегетационного периода**

Варьирование	Величина варьирования	Доля фактора, %
Общее	1268,9	-
По повторностям (годы)	559,2	44,1
По сортам	459,6	36,2
Остаточное	250,1	19,7

Дисперсионный анализ результатов опыта показал, что на продолжительность вегетационного периода главным образом, повлиял фактор года, природных условий года опыта – 44,1 %, доля сорта была менее значимой – 36,2 %, однако разница была сравнительно небольшой. Роль сорта оценена в 36 % – это существенная доля, показывающая, что изучались неплохие сорта.

4.2 Полевая всхожесть семян, густота стояния, выживаемость и сохранность растений к уборке

Формирование стеблестоя любой сельскохозяйственной культуры в посевах в течение вегетационного периода оказывает решающее влияние на урожайность. В свою очередь, она зависит от многих факторов, часть которых поддаются в разной степени регулированию со стороны агрономов, часть, к сожалению, пока не подвластна им. Формирование полевого стеблестоя начинается с посевных качеств высеянных семян, на него также влияют: тип почвы поля, способы её обработки – основной и предпосевной, удобрения, норма высева, срок и способ посева, глубина заделки семян, состояние посевных агрегатов и многое другое (Васько и др., 2004).

После появления всходов вступают в действие биотические и абиотические факторы, которые могут погубить часть растений: сорные травы, вредители почвенные и наземные, болезни, агроклиматические факторы: температура, влажность, ветер, град и др. В итоге урожай

получается только от какой-то доли высеянных семян, и доля эта весьма изменчива по годам.

Изменение стеблестоя в посевах изучают агрономы государственных сортоучастков, научные сотрудники опытных станций и НИИ ежегодно по всем культурам. Полученные сведения используются для уточнения применяемых в производстве норм высева семян, подбора средств защиты посевов и других целей.

Если, для так называемых традиционных культур, возделываемых много лет в конкретных регионах, накоплено много сведений и проблемы формирования стеблестоя в посевах достаточно изучены, то для новых внедряемых культур в этом отношении полная неясность, вопрос требует тщательного изучения. В Тюменской области внедряется новая для региона культура – соя, исконно произрастающая далеко за пределами нашего края, поэтому изучение динамики её стеблестоя в посевах очень важно для получения высоких урожаев семян пищевого, кормового и технического использования.

Сведения о изменении стеблестоя в посевах полевых культур получают на основе изучения полевой всхожести семян, количества сохранившихся к уборке растений, количества растений, выросших из высеянных семян. Для этого определяют густоту стояния растений в фазу полных всходов и перед уборкой в соответствии с Методикой Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989).

Полевая всхожесть – это количество появившихся всходов, выраженное в процентах к количеству высеянных всхожих семян. Она практически во всех случаях ниже лабораторной. Полевая всхожесть обычно положительно коррелирует с показателем степени сохранности растений.

На полевую всхожесть влияют многочисленные факторы: это почвенно-климатические условия зоны, свойства почвы, метеорологические условия отдельных лет, биологические особенности сельскохозяйственных

культур, болезни и вредители, посевные качества семян и уровень агротехники.

Сохраняемость – это число сохранившихся к уборке растений в процентах к числу взошедших. Данный показатель интегральный, он характеризует способность сортов создавать в конкретных условиях полноценный стеблестой растений, участвующих в формировании урожая.

Выживаемость растений – это количество растений, оставшихся к моменту уборки, выраженное в процентах к высеянному всхожим семенам. Сохраняемость характеризует общую выживаемость растений, то есть число сохранившихся к уборке растений.

Многие исследователи оказывают показателю выживаемости растений в течение вегетационного периода повышенное внимание, называя его *показателем биологической устойчивости сортов* (Васько, 2004; Власова, Горбунова, 2016). Если с этих позиций оценивать величину выживаемости растений у сортов сои, то следует ожидать наибольших показателей у местных сибирских сортов.

Густоту стояния растений подсчитывали дважды за лето: в фазу полных всходов и перед уборкой (рис. 6).

В разные годы густота стояния несколько изменялась, но в среднем в фазу полных всходов из 80 всхожих семян, высеянных на квадратном метре поля (800 тыс. штук на гектар), получается на 1 м² около 70 всходов, или 700 тыс. растений на каждом гектаре. Это означает, что в среднем 86 % высеянных всхожих семян дают всходы в поле – хороший показатель для всех сельскохозяйственных культур. К уборке после воздействия на посеvy сои многочисленных биотических и абиотических факторов в среднем на 1 м² остаётся около 61 растения, или 610 тыс. шт. на гектар, то есть 76 % высеянных всхожих семян сохраняются к уборке и дают урожай.

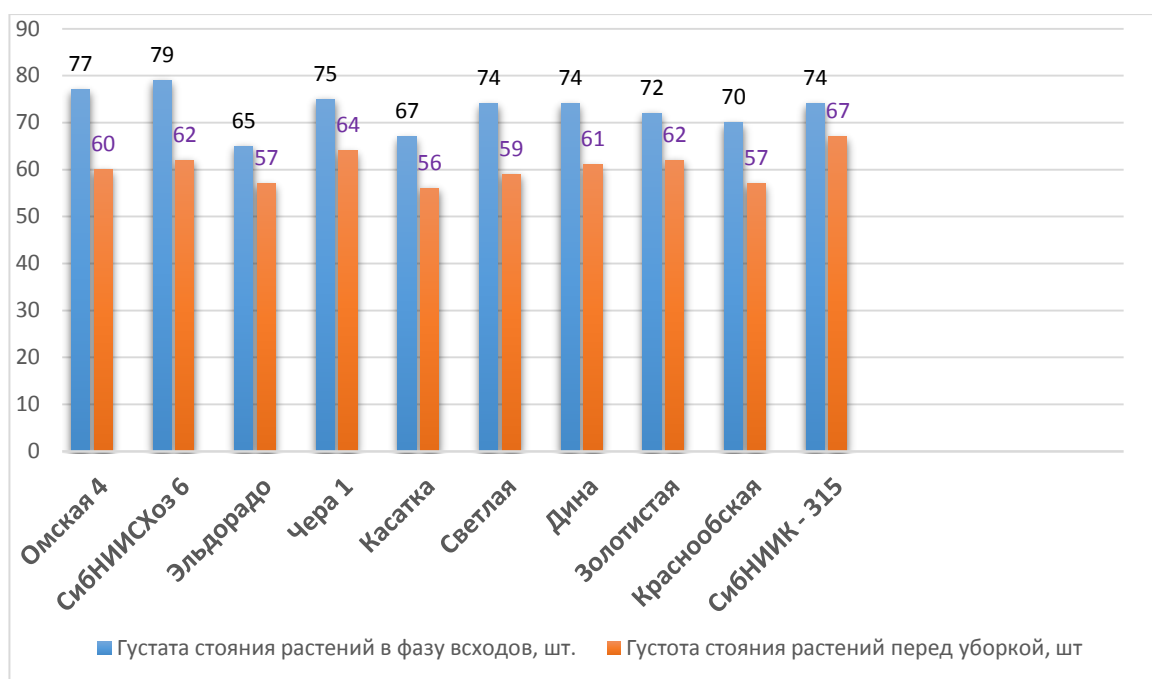


Рисунок 6 – Густота стояния растений, шт., 2016-2018 гг.

Чтобы оценить влияние сортов и условий вегетационного периода на густоту стояния растений в фазу полных всходов и перед уборкой мы провели двухфакторный дисперсионный анализ (прил. 9, 10). Результаты двухфакторного дисперсионного анализа густоты стояния растений в фазу всходов представлены в таблице 22, показывают, что варианты, отражающие генотипическую (сорта) изменчивость, вызванную метеорологическими условиями (годы), и взаимодействием этих двух факторов, достоверны с высокой вероятностью ($P=99$).

Таблица 22 – Результаты дисперсионного анализа густоты стояния растений в фазу полных всходов

Источник варьирования	Степень Свободы(df)	Средний квадрат(ms)	Критерий Фишера(F)	Доля влияния фактора, %
Фактор А (генотипы)	9	217,7	1,35	11,8
Фактор В (годы)	2	5056,1	19,71	61,2
Взаимодействие АхВ	18	247,0	-	26,9

Вклад в изменчивость рассматриваемого признака в лесостепной зоне Зауралья (61,2%) вносят условия вегетации (годы). Доля генотипической

изменчивости в общем варьировании признака 11,8%. Немного выше оценивается вклад изменчивости, обусловленной взаимодействием указанных двух факторов 26,9%.

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа густоты стояния растений перед уборкой представлены в таблице 23, показывают, что варианты, отражающие генотипическую (сорта) изменчивость, вызванную метеорологическими условиями (годы), и взаимодействием этих двух факторов, достоверны с высокой вероятностью ($P=99$).

Таблица 23 – Результаты дисперсионного анализа густоты стояния растений перед уборкой

Источник варьирования	Степень Свободы(df)	Средний квадрат(ms)	Критерий Фишера(F)	Доля влияния фактора, %
Фактор А (генотипы)	9	88,8	0,47	9,0
Фактор В (годы)	2	2460,9	12,95	55,5
Взаимодействие АхВ	18	174,5	-	35,5

Вклад в изменчивость рассматриваемого признака в лесостепной зоне Северного Зауралья (55,5 %) вносят условия вегетации (годы). Доля генотипической изменчивости в общем варьировании признака 9 %. Немного выше оценивается вклад изменчивости, обусловленной взаимодействием указанных двух факторов 35,5 %.

На основе полученных сведений рассчитывали показатели полевой всхожести, количество сохранившихся к уборке растений и их выживаемость (рис. 7). В первую очередь, полевая всхожесть зависит от энергии прорастания и всхожести семян. Лабораторная всхожесть была ежегодно стандартной – не ниже 80%, в основном выше 90 %. Это способствовало тому, что полевая всхожесть семян по сортам была в основном достаточно высокой – 80-90 %, что характерно и для зерновых злаковых культур в лесостепи Тюменской области.

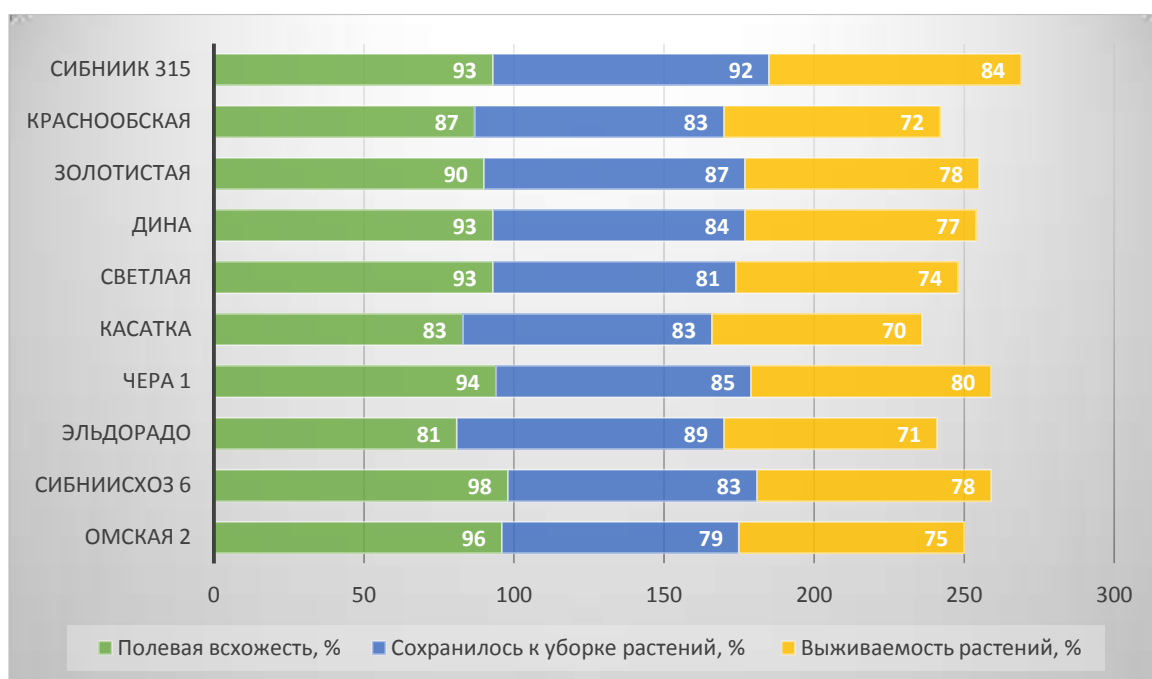


Рисунок 7 - Показатели состояния посевов сои, Тюмень, 2016-2018 гг.

На величину полевой всхожести влияют влажность и температура почвы в период посев – всходы. Мы сеяли сою во второй – третьей декадах мая, когда в почве устанавливалась оптимальная для прорастания сои температура – 10-12°C. В годы опытов показатель сохранности растений был довольно высоким: 79-92 %, что указывает на отличную сохранность растений во время вегетации.

Действительно, в 2016-2018 гг. у нас не было природных явлений, опасных для роста и развития сои, хотя были периоды, не совсем благоприятные для этих процессов. Период от всходов до полной спелости в 2017 г. оказался самым прохладным за годы опытов – всего 13,7 °С, но, конечно, в течение лета были и весьма тёплые периоды. За годы опытов выживаемость колебалась от 70 до 84 % и в среднем была равна 76 % по всем сортам.

В таблице 24 представлены средние за три исследованных года показатели, характеризующие формирование стеблестоя в посевах сои.

Таким образом, от посева до полной спелости семян (уборки) происходит естественное изменение количества растений (стеблей) в посевах всех сортов. В среднем 86 % высеянных всхожих семян дают всходы, из них

около 80 % сохраняется до уборки и даёт урожай семян. Из высеванных всхожих семян становятся растениями и дают урожай около 76 % семян, то есть два из трёх. Треть или погибает ещё в почве, не дав всходов, или в течение вегетационного периода от действия неблагоприятных факторов биотической и абиотической природы.

Таблица 24 – Показатели формирования стеблестоя сои в полевых условиях, 2016-2018 гг.

Показатели	Омская 4	СибНИИСХоз 6	Эльдорадо	Чера 1	Касатка	Светлая	Дина	Золотистая	Краснообская	СибНИИК-315
Число всходов, шт./м ²	77	79	65	75	67	74	74	72	70	74
Полевая всхожесть, %	96	98	81	94	83	93	93	90	87	93
Сохранилось растений к уборке, шт./м ²	79	83	89	85	83	81	84	87	83	92
Выживаемость, %	75	78	71	80	70	74	77	78	72	84

Таким образом, все сорта (сибирские и инорайонные) имеют довольно высокий показатель устойчивости – 70 % и более, то есть изученные сорта сои биологически устойчивы в лесостепи Тюменской области, ко времени уборки сохраняется много растений, формирующих высокие урожаи сортов.

4.3 Высота растений и устойчивость к полеганию

Высота растений и склонность их к полеганию считаются одними из основных признаков у сои, которые определяют технологичность сортов, пригодность к полному механизированному возделыванию. Высота растений бывает разной в зависимости от сорта, почвенно-климатических условий и агротехники выращивания.

По типу роста стебли сортов сои делятся на три группы:

1. С ограниченным ростом (детерминантные) – стебель заканчивается соцветием и прекращает расти, когда цветки начинают цвести.

Это короткостебельные неполегающие сорта. У них листья перерастают стебель, его верхушка с последним соцветием "прячется" в листьях.

2. *С ограниченным ростом (полудетерминантные)* – стебель тоже заканчивается соцветием, но листья не перерастают соцветие, оно находится на уровне верхних листьев. Это тоже неполегающие сорта, но стебли их длинее, высотой 65-80 см.

3. *С неограниченным ростом*, когда стебли растут в высоту так высоко, насколько это позволяют погодные условия. Это позднеспелые сорта сои (рис. 8), высеваемые в южных странах мира.

Испытываемые нами сорта относятся ко второму типу – полудетерминантные.

Теперь селекционеры создают только сорта детерминантные и полудетерминантные, которые у сои удачно сочетаются с высокой продуктивностью семян. Среди испытанных нами сортов есть короткостебельные: Касатка, Чера 1, СибНИИК-315, Краснообская.



Рисунок 8 – Типы стебля сои

1 – с неограниченным ростом; 2 – полуограниченным ростом; 3 – с ограниченным ростом и скрытой верхушкой (автор О.А. Рожанская).

Стебли сои могут ветвиться за счёт образования боковых веточек, которые появляются из почек в пазухах семядолей, примордиальных листьев и нижних тройчатых листьев. В сплошных посевах с междурядьями 15 см они обычно отсутствуют или образуется 1-2 боковых коротких веточки.

В разреженных посевах боковых веточек образуется больше. В наших условиях сильное ветвление нежелательно, так как вегетация растений удлинняется, и семена могут не дозреть. Кроме того, семена боковых веточек имеют пониженные показатели посевных качеств. Повышенное ветвление увеличивает разнокачественность семян в урожае. Боковые веточки, особенно нижние, легко отламываются от стеблей и не попадают в комбайн, от этого потери урожая увеличиваются.

Есть сорта с нулевой ветвистостью. Мы изучали сорт Припять с таким типом стебля. У него был высокий стебель с 12-14 узлами, на которых образовывались целые мутовки бобов, по 5-7 штук, а у остальных сортов – 1-3 боба, редко – 4. Посевы Припяти выглядят очень эффектно: длинный стебель весь увешен бобами. Жаль, этот сорт позднеспелый для лесостепи Тюменской области.

Однако сорт Припять не потерял способности к ветвлению. Даже в сплошных посевах отдельные стебли имели по одной боковой веточке, отходящей не выше второго узла стебля.

Нижние междоузлия должны быть короткими, тогда стебли будут более устойчивы к полеганию за счёт сближенных прочных узлов, где много механических прочных структур и веществ – в первую очередь проводящих сосудов, клетчатки, лигнина и др.

Отмечено, что высота растений у сои во многом определяется продолжительностью вегетационного периода. У позднеспелых образцов обычно более высокий главный стебель, а у скороспелых, наоборот, высота главного стебля всегда бывает меньше (табл. 25).

Таблица 25 – Высота растений сои, см, 2016-2018 гг.

Сорта	Высота растения, см			Среднее	+,- к стандарту	
	2016 г.	2017 г.	2018 г.		см	%
Омская 4(st)	91	62	99	84	0	0
СибНИИСХоз 6	97	61	89	82	-2	-2,4
Эльдорадо	99	68	97	88	+4	+4,8
Чера 1	81	56	78	72	-12	-14,3
Касатка	63	55	64	61	-23	-27,4
Светлая	115	91	117	108	+24	+28,6
Дина	93	71	92	85	+1	+1,2
Золотистая	94	69	96	86	+2	+2,4
Краснообская	68	61	75	68	-16	-19,0
СибНИИК 315	74	65	77	72	-12	-14,3

К короткостебельным сортам следует отнести сорта: Черу 1, Касатку, Краснообскую и СибНИИК-315. Самым высокорослым был ежегодно сорт Светлая. Остальные сорта следует отнести к среднестебельным, по высоте они равны контролю.

К наиболее важным факторам, отрицательно влияющим на продуктивность сои, относят полегание растений. Полегание вызывает снижение фотосинтеза, загнивание бобов и семян, усиливает распространение болезней, затрудняет уборку посевов, что приводит к существенным потерям урожая.

Результаты изучения скороспелых сортов сои в условиях северной лесостепи Тюменской области показали не высокую изменчивость данного признака по годам. Полевая устойчивость к полеганию и высота стеблестоя у сортов сои незначительно варьировали в зависимости от условий выращивания и сортовых особенностей (прил. 11). В 2016 г. высота растений по среднему значению опыта составила 80,1 см с колебаниями от 63,0 до 115,0 см ($V=39,9\%$). Высота стеблестоя в среднем по опыту в 2017 г. составила 65,9 см с колебаниями от 55,0 до 91,0 см ($V=15,6\%$). Устойчивость к полеганию оценивалась от 4,0 до 5,0 баллов. В 2018 году высота стеблестоя варьировала от 64 до 117 см. при среднем по опыту – 88,4 см ($V=17,2\%$).

Устойчивость к полеганию в среднем по опыту составила 4 балла с колебаниями от 3,0 до 5,0 баллов (табл. 26).

Таблица 26 – Соотношение высоты и степени устойчивости к полеганию у скороспелых сортов сои, 2016-2018 гг.

Годы	Высота растений, см		V, %	Устойчивость к полеганию, балл		V, %
	Среднее	Размах варьирования		Среднее	Размах варьирования	
2016	80,1±10,1	63,0-115,0	39,9	4±0,2	3,0-5,0	14,6
2017	65,9±3,3	55,0-91,0	15,6	5±0,1	4,0-5,0	6,8
2018	88,4±4,8	64,0-117,0	17,2	4±0,3	3,0-5,0	21,7

В июле 2016 г. при высокой температуре воздуха выпало два мощных ливня. Почва хорошо увлажнилась. Условия роста и развития сои улучшились, усилился рост стеблей, особенно у сортов Светлая и Эльдorado. В 2018 г. при обильных осадках в августе у сортов Омская 4, Эльдorado, Светлая было сильное полегание, стебли изогнуло дугой, при осеннем опадении листьев им некуда было осыпаться, они оставались в стеблестое и затрудняли очистку семян в молотилке комбайна.

Оценивают устойчивость селекционных материалов к полеганию в полевых условиях по пятибалльной шкале: 5 – отсутствие полегания; 4 – слабое полегание, когда стебли только слегка наклонены; 3 – среднее полегание, характеризующееся наклоном стеблей к поверхности почвы примерно под углом 45°; 2 – сильное полегание; 1 – очень сильное полегание, когда механизированная уборка урожая невозможна.

В годы исследования устойчивость к полеганию была высокая практически у всех сортов, показатель варьировал от 4,0 до 5,0 баллов, кроме сорта Светлая. У сортов Касатка, Краснообская, СибНИИК-315, Чера 1 отмечалась высокая устойчивость к полеганию за все годы исследования. Средне устойчивыми к полеганию со средним баллом от 4,0 до 4,7 были сорта: СибНИИСХоз 6, Омская 4, Эльдorado, Дина и Золотистая (табл. 27).

В большей степени полегание отмечалось у сорта Светлая в 2016 и 2018 гг., в среднем устойчивость сорта оценена в 3,3 балла.

Таблица 27 – Полевая оценка образцов сои по устойчивости к полеганию, баллов

Сорта	Годы			Среднее по сортам
	2016	2017	2018	
Омская 4(st)	4	5	3	4,0
СибНИИСХоз 6	4	5	4	4,7
Эльдорадо	4	5	3	4,0
Чера 1	4	5	5	4,7
Касатка	5	5	5	5,0
Светлая	3	4	3	3,3
Дина	4	5	4	4,3
Золотистая	4	5	4	4,3
Краснообская	5	5	5	5,0
СибНИИК-315	5	5	5	5,0

У всех сортов, кроме Чера 1, Касатка, Краснообская, СибНИИК-315, в дождливый период происходил вторичный рост за счёт удлинения междоузлий в средней и верхней части стеблей. Они существенно удлинялись и этим усиливали полегание, которое нельзя назвать прикорневым, так как от основания стебли находились в стоячем положении, а потом изгибались с высоты 40-45 см.

У этих неустойчивых к полеганию сортов верхушки стеблей становились слабыми, нежными, они с близкими соседними стеблями завивались как бы в косичку, поддерживая друг друга.

Длина междоузлий у всех сортов различная: снизу они короткие, узлы сближены, что обеспечивает им устойчивость к полеганию, в средней части стеблей междоузлия самые длинные к верхушке стебля междоузлия укорачиваются.

Первое междоузлие – это расстояние от почвы до места прикрепления семядолей, второе – расстояние между семядолями и местом прикрепления примордиального листа.

У сортов коротко – и длинностебельных заметны различия в структуре стеблей (табл. 28). У некоторых сортов стебли имеют несколько меньше узлов, например, у Касатки их 12, у других сортов – 14. До четвертого

междоузлия длина их у разных сортов практически одинакова, а дальше у длинностебельных сортов междоузлия удлиняются в большей степени, чем у короткостебельных.

Таблица 28 – Изменение длины междоузлий у сортов сои (2018 г.)

Сорта	Междоузлия стеблей сои													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Короткостебельные сорта														
Касатка	2,3	5,3	4,0	4,4	8,2	10,0	9,0	6,0	3,0	2,0	1,6	1,0	-	-
Чера 1	1,7	5,0	4,0	4,7	6,1	7,4	8,1	7,0	5,4	3,6	2,9	2,6	2,0	1,0
Длинностебельные сорта														
Светлая	1,8	5,4	4,0	4,0	6,1	11,7	9,2	11,5	10,9	8,4	7,5	5,2	4,2	1,3
Золотистая	2,0	5,1	5,0	5,0	7,0	9,8	12,5	11,4	10,0	7,1	4,5	3,2	2,6	2,0

Данные, приведённые в таблице 28, получены при измерении длины стеблей после обильных осадков, до осадков стебли не измеряли, так как не ожидали такой щедрости от природы.

Высота растений у сортов сои очень изменчива, даже у короткостебельных: Касатка, Чера 1, СибНИИК-315, Краснообская. У них во влажные годы не проявляется вторичный рост стеблей и они не полегают.

4.4 Формирование площади листьев у сортов сои

Площадь листьев – очень важный показатель состояния посевов любой сельскохозяйственной культуры. С величиной этого показателя связывают урожайность посева, поскольку именно листовой аппарат, благодаря фотосинтезу, создаёт питательные вещества, которые направляются во все органы растений, в том числе запасающие в семенах у сои. Однако, не всегда имеет место тесная положительная корреляция между этими показателями, так как на величину урожая влияют ещё многие другие факторы (Третьяков и др., 2005). Оптимальная облиственность посевов считается одним из главных условий эффективного использования растениями энергии солнечной

радиации, воды, питательных веществ и других факторов роста и развития растений.

Для создания высокого урожая посев должен иметь оптимальный в каждом конкретном случае индекс листовой поверхности (ИЛП), который показывает, во сколько раз площадь листьев превышает размер площади, на которой урожай формируется, то есть во сколько раз площадь листьев с 1 м² посева превышает эту площадь поля – 1 м². Установлено многочисленными опытами, что оптимальный ИЛП у разных культур и сортов в разных условиях выращивания находится в интервале от 4 до 8. Наибольшее значение ИЛП бывает при благоприятных условиях выращивания (Третьяков и др., 2005). У сои в создании органического вещества большую роль играют также зелёные стебли, черешки листьев, створки бобов (Третьяков и др., 2005).

Мы определили площадь тройчатых листьев одновременно с учётом облиственности, в первую пятидневку августа, пока нижние листья не начали желтеть и опадать. Отбирали листья без повреждений – 10 штук, затем вырезали из них по шаблону вырезки площадью 2х3 см=6 см², взвешивали их и рассчитывали массу 1 м² листьев, получали площадь листьев на 1 м² поля (Третьяков и др., 1990). Результаты учёта представлены в таблице 29.

Площадь листьев каждого сорта довольно сильно меняется по годам. Особенно это характерно для сортов СибНИИСХоз 6, Чера 1, Золотистая. У Касатки и Светлой изменчивость площади листьев по годам незначительны. ИЛП всех сортов в основном укладывается в физиологические рамки: от 4 до 7. Только в трёх случаях ИЛП был особенно большим: от 8 до 9: в 2016 г. у сортов СибНИИСХоз 6 и Эльдорадо, в 2017 г. у сорта Золотистая – 9,43 и сорта СибНИИК-315 –10,40. Такие ИЛП вполне возможны, если условия роста и развития для сорта оказались особенно благоприятными (Третьяков и др., 2005).

Таблица 29 – Площадь листьев (ИЛП) у сортов сои, м²

Сорт	Омская 4	СибНИИСХоз 6	Эльдорадо	Чера 1	Касатка	Светлая	Дина	Золотистая	Краснообская	СибНИИК - 315
Год										
2016	7,12	9,20	8,26	5,44	5,64	6,16	5,19	4,95	5,03	5,87
2017	4,77	4,33	6,84	4,53	6,22	6,00	7,18	9,43	7,48	10,40
2018	6,27	4,75	6,22	7,01	7,29	7,75	6,72	5,87	4,25	9,74
Средняя	6,25	6,19	7,11	5,66	6,38	6,62	6,36	6,75	5,59	8,67

Нередко в статьях и даже книгах о сое их авторы имеют ввиду только настоящие тройчатые листья и не учитывают, что у сои листья бывают *трёх типов* (рис. 9):

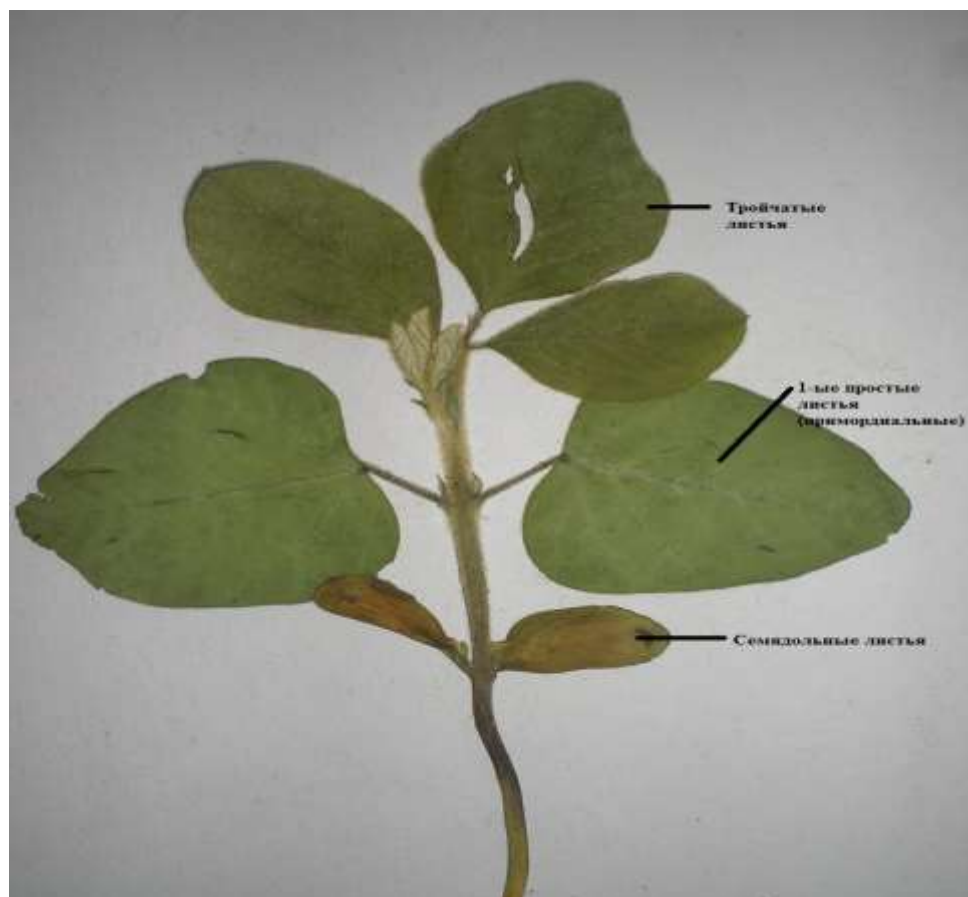


Рисунок 9 - Типы листьев у сои

Первый тип: разросшиеся и увеличившиеся в 6-7 раз две семядоли становятся первыми листьями, в них образуется хлорофилл при выходе из

почвы, они зеленеют и синтезируют органические вещества для питания проростков. Семядоли постепенно завядают, желтеют ко времени образования 3-х - 4-х настоящих листьев и опадают примерно через месяц после всходов;

Второй тип: первая пара простых листьев, называемых примордиальными, образуется через 1-3 суток (в зависимости от погоды) после появления всходов. (Примордий – означает «зачаток»). Сначала они небольшие, сложены вдоль жилок пополам. Потом быстро разворачиваются, увеличиваются в размерах. Примордиальные листья активно синтезируют и добавляют свои ассимиляты в общую систему питания молодых растений. С помощью примордиальных листьев растения полностью переходят на автотрофное (самостоятельное) питание. Из-за недостатка в сплошных посевах сои света, проникающего к основанию стеблей, большая часть примордиальных листьев быстро желтеет и опадает к началу цветения, но в разреженных посевах они могут сохраняться почти до полной спелости семян. Форма их бывает почти округлая, но бывают листья яйцевидные и эллиптические.

Третий тип: первый настоящий тройчатый лист, образуется через 3-8 суток после полных всходов. В дальнейшем такие листья появляются по одному поочередно и располагаются на узлах стеблей. Размеры листьев по длине стебля разные: у первых двух-трёх листьев доли небольшие, в середине длины стебля имеют максимальные размеры, а к верхушке стебля опять мельчают.

В среднем через 18 суток после окончания цветения тройчатые листья начинают желтеть, ещё через две недели – осыпаться, через три недели – к середине третьей декады сентября – опадают полностью (Рожанская, 2005; Коновалов и др., 2013; Фурсова, 2013).

Если листья оказываются «побиты» позднелетними заморозками, то они осыпаться не спешат, высыхают и дольше держаться на стеблях. Так же ведут себя листья в случае применения десикантов – веществ, ускоряющих

высыхание листьев и стеблей в посевах, затягивающих созревание (реглон и др.).

Тройчатые листья в случае сильного затенения нижней части стеблей или засухи желтеют снизу и опадают задолго до наступления спелости семян. Так было в 2016 г., когда из-за необычной сильной засухи в августе (по декадам выпало всего 4-4-5 мм осадков, при норме 17-23-18 мм, среднедекадная температура воздуха по декадам была 22,7-23,2 -18,0°С при норме 16,6-15,4-13,4 °С). Листья начали желтеть 15 августа – через 12 суток после конца цветения, 20 августа начали осыпаться, 28 августа осыпались полностью. Влажность семян в начале пожелтения листьев была 62-77 %, при полном осыпании – 38-71% у разных сортов. Растения имели внешние признаки полной спелости, но семена были далеки от неё.

Сорта различаются по форме долей у тройчатых листьев и их размерам, по числу листьев на стеблях. В разреженных посевах стебли ветвятся, на боковых веточках образуются по 2-6 узлов с листьями. В итоге в расчёте на 1 м² или гектар общая их площадь получается большой. В сплошных посевах с междурядьями 15 см площадь листьев в расчёте на единицу площади поля существенно меньше.

По этим причинам сообщаемые в агрономической литературе сведения о площади листьев в посевах сои различаются очень сильно. В книге «Соя в Западной Сибири» (Кашеваров и др., 2004) авторы писали: «Оптимальная величина листового аппарата варьирует на квадратный метр от 4-7 тыс. см² в зависимости от сорта и должна быть достигнута к началу массового образования бобов». Однако эти цифры ошибочны, так как они сильно занижены: 4-7 тыс. см² – это 0,4-0,7 м² площади листьев на 1 м² поля, или 0,4-0,7 га листьев на 1 га поля. На одном квадратном метре поля площадь листьев бывает существенно больше одного кв. метра, а на одном гектаре – площадь их больше гектара. В книгах по физиологии растений указывается (Якушкина, Бахтин, 2005; Третьяков и др., 2005), что у большинства растений площадь листьев на единицу площади поля в фазу их

максимального развития должна быть раз в пять больше, но у разных культур это бывает по разному.

По данным Ю.П. Григорьева (2010), на Тарской сельскохозяйственной опытной станции (Омская область) площадь листьев сои была в 2006 г. – 2,1 м²/ м² поля, в 2007 г. – 1,4; в 2008 г. – 1,7 м², в среднем 1,75 м² на 1 м² поля.

И.С. Литвинова и Р.Р. Галеев (2016) сообщали, что в их опытах в Новосибирской области сорта сои сеяли с междурядьями 45 см и нормой высева от 600 до 300 тыс. всхожих семян на 1 га. Максимальная площадь листьев была у сортов: Омская 4 – 6,43 м², СибНИИСХоз 6 – 5,24 м²; Эльдорадо – 5,27 м²; Золотистая – 4,72 м²; СибНИИК-315 – 5,12 м² на 1 м² поля, или столько же тыс. м² на гектаре поля. В Рязанской области в посевах сорта Светлая с междурядьями 45 см и нормой высева 650 тыс. семян на 1 га площадь листьев в разных вариантах опыта изменялась от 20518 до 24687 м²/га, то есть 2,05 – 2,47 га листьев на 1 гектар поля (Назарова и др., 2017).

По международной фенологической системе для целей селекции вегетационный период сои делится на фазы по времени появления (полного разворачивания) листьев. Появление примордиальных листьев обозначается знаком V_c, первого настоящего – V₁, второго – V₂ и т.д. до появления последнего листа. По нашим подсчётам, тройчатые листья появляются через 3-4 суток, а в сложенном состоянии через двое суток, после предыдущего листа. Лист считается появившимся, когда он вполне развернулся и все доли листа расправились.

Вегетационный период растений делится на две части по преобладающим процессам у растений. Вегетативную (V) от полных всходов до начала бутонизации и генеративную (R) – от бутонизации до фазы твёрдых семян (Коновалов и др., 2018). Генеративную часть вегетационного периода делят на фазы по началу цветения цветков на узлах стебля: R₁, R₂, R₃ и т.д. до последнего цветения.

По нашим данным, у всех изученных нами сортов генеративная часть онтогенеза начинается с последних чисел июня – первых чисел июля. Взаимоотношение частей вегетационного периода показана на рисунке 10.

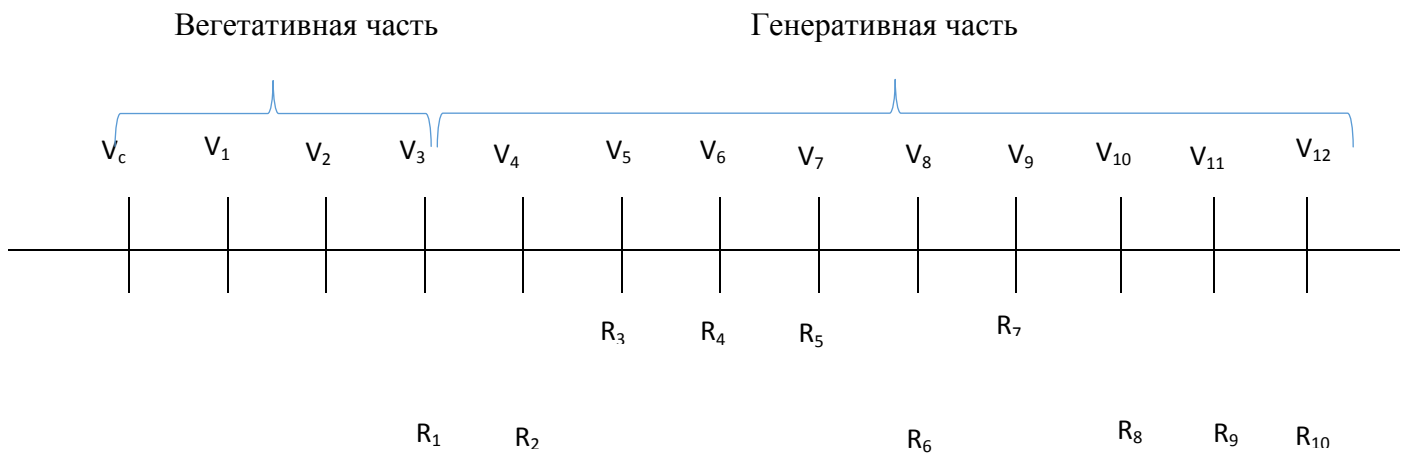


Рисунок 10 – Соотношение вегетативной и генеративной части онтогенеза растений сои

Площадь листьев в посевах сои изменяется постоянно в течение вегетации. В фазу всходов листья представлены разросшимися зелёными семядолями. Площадь двух семядолей на каждом проростке равна примерно 3,0 см², разница между сортами ничтожная. В среднем в фазу всходов в наших опытах было 75 растений на 1 м², то есть на 1 м² поля площадь семядолей была 225 см², или 225 м² на 1 га.

Через 1-3 суток появляется пара примордиальных листьев на каждом растении. В зачаточном сложенном состоянии они видны между семядолями в фазу полных всходов, но считается образование этих листьев с момента их разворачивания. Размеры листьев и их площадь представлены в таблице 30 (учёт 2018 г.).

Самые мелкие примордиальные листья у сортов Касатка и Светлая, самые крупные – у Дины и Краснообской, это же происходит и с их площадью в расчёте на один и два листа, и в перерасчёте на 1 га площади поля. У разных сортов площадь примордиальных листьев на 1 га меняется от 0,144 до 0,207 га.

Ещё активно работают примордиальные листья, как начинается появление тройчатых настоящих листьев. В 2018 г. первые листья

образовались (развернулись) 27 июня, а отмирать начали 5 августа, то есть функционировали 40 суток. Листья верхней части стебля (с 9 узла и выше) образовались с 25 июля и пожелтели, то есть отмерли 3 сентября. Они жили 39 суток, то есть столько же, сколько нижние листья.

Таблица 30 – Размеры и площадь примордиальных листьев, 2018 г.

Показатели	Касатка	Светлая	Чера 1	Эльдорадо	Дина	Краснообская
Длина, мм	39	39	40	44	42	44
Ширина, мм	33	36	37	35	37	39
Площадь одного листа, см ²	9,6	11,0	12,0	12,8	12,1	13,8
Площадь 2-х листьев, см ²	19,2	22,1	24,0	25,6	24,2	27,6
Площадь листьев, см ² /на 1 м ² поля	1440	1638	1800	1920	1812	2070

Дольше других функционируют верхние листья – выше 9 яруса. Если нижние отмирают примерно с 5 августа, то верхние только начинают функционировать в полную меру. Верхние листья живут совсем в других условиях погоды: прохладнее воздух и почва, не всегда достаточно влаги в почве, короче световой день, другой состав света – преобладает коротковолновая радиация, больше облачность, меньше интенсивность фотосинтеза.

Все эти факторы приводят к тому, что у всех сортов верхние листья становятся мелкими, особенно самые верхние, нередко они вместо тройчатых становятся одинарными, ланцетовидными (рис. 11). У верхних листьев черешки короткие – 1-5 см, а у листьев 7-9 узлов – до 15-20 см.

В таблице 31 представлены результаты изучения площади четырёх верхних листьев у сортов Эльдорадо и Касатка в 2018 г. У обоих сортов размеры центральных боковых долей возрастают у нижних листьев по сравнению с верхними.

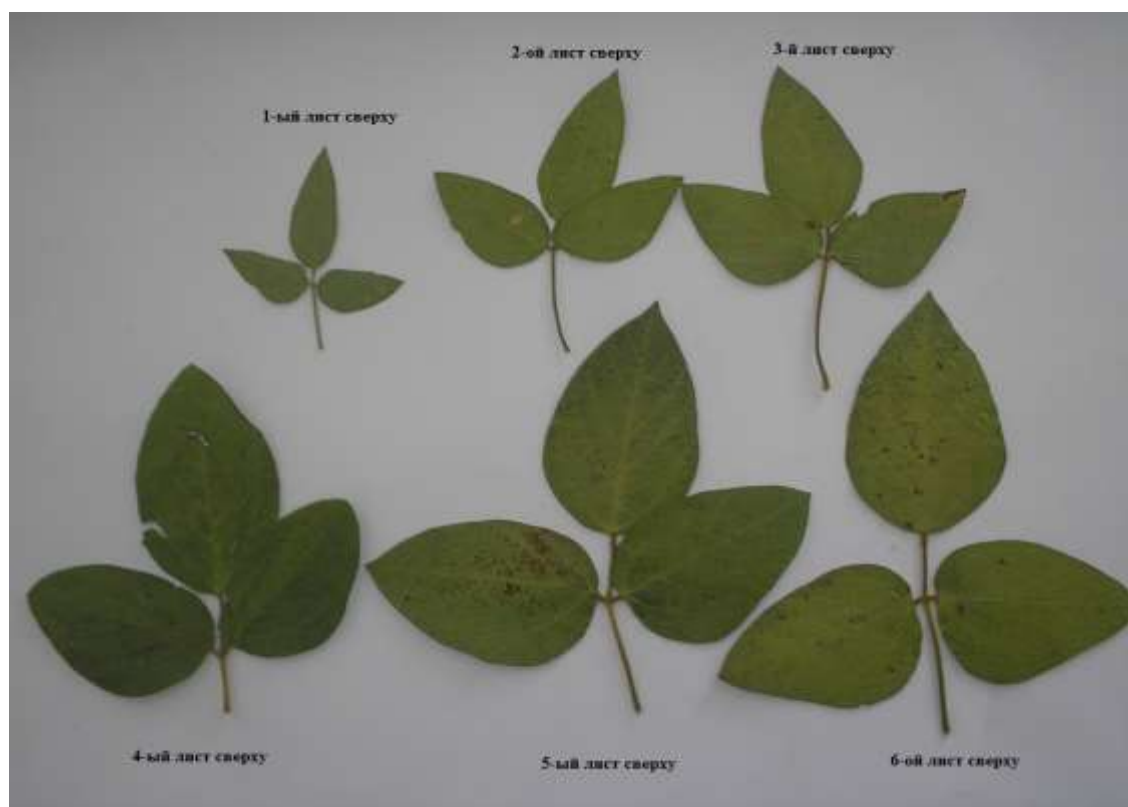


Рисунок 11 – Листья верхних узлов стеблей сои (сорт Светлая)

У обоих сортов разница в размерах центральных и боковых долей возрастает у нижних листьев по сравнению с верхними. Листья становятся длиннее и шире, широко эллиптические по форме. Площадь листьев у сортов различная: у Светлой верхний лист самый маленький, у Эльдорадо – в 2 раза больше. Преимущество до 4-го листа на стороне Светлой, и общая площадь верхних 4-х листьев у Светлой в 2,1 раза больше, чем у Эльдорадо.

В первой пятидневке сентября (у скороспелых сортов в конце августа) все листья фактически одновременно желтеют и суток через 2 – 5 начинают осыпаться.

Д. Шпаар (2004) предлагал по международной фенологической методике отличать фазы: пожелтение 10 %, 20 %, 30 % и т.д. однако это приемлемо в каких – то далёких тёплых странах, у нас пожелтение может произойти за одну холодную августовскую или сентябрьскую ночь. Вчера делянки были зелёные, а сегодня – все жёлтые.

Таблица 31 – Показатели площади верхних листьев сои,
28 августа 2018 г.

Номер листа от верхушки стебля	Эльдорадо					Светлая				
	Длина верхней доли, мм	Ширина верхней доли, мм	Длина боковой верхней доли, мм	Ширина боковой доли, мм	Площадь одного листа, см ²	Длина верхней доли, мм	Ширина верхней доли, мм	Длина боковой верхней доли, мм	Ширина боковой доли, мм	Площадь одного листа, см ²
Первый	29	21	34	23	25,4	44	22	35	19	11,1
Второй	63	42	57	42	56,0	68	39	60	37	71,5
Третий	84	55	75	55	82,5	88	54	78	52	117,7
Четвертый	91	67	83	62	106,2	98	63	85	63	369,2
Площадь листьев 1-4 ярусов с 1-го растения, м ²					269,8					569,5
Число растений на 1 м ² перед уборкой, шт.					70					70
Площадь листьев с 1-4 яруса, на 1 м ²					1888,6					3986,5

В ходе пожелтения листьев и высыхания стеблей происходит реутилизация (повторное использование) некоторых химических элементов – азота, фосфора, калия, которые из листьев и стеблей перемещаются в созревающие семена. В результате содержание этих элементов в соломе снижается, она становится беднее в кормовом отношении. Не подвергаются реутилизации кальций, жиры, бор, очень слабо реутилизуются магний и сера (Третьяков и др., 2005).

Одним из важнейших признаков созревания растений сои считается полное осыпание пожелтевших листьев. Однако, по нашим наблюдениям, этот признак свидетельствует о полном прекращении фотосинтеза, а семена ещё совсем не готовы к обмолоту, стебли содержат много влаги, они зелёные и продолжают синтезировать. Как только у наших сортов полностью осыпались листья, мы определяли у них влажность створок бобов, семян, стеблей, массу 1000 сухих семян в нижней и верхней части растений (табл. 32).

Таблица 32 – Состояние растений и семян у сортов сои в день полного осыпания листьев, 2018 г.

Сорт	Касатка		Чера 1		СибНИИК-315		СибНИИСХоз 6		Светлая	
Дата	28 августа		31 августа		31 августа		7 сентября		12 сентября	
Место отбора проб	низ стеблей	верх стеблей	низ стеблей	верх стеблей	низ стеблей	верх стеблей	низ стеблей	верх стеблей	низ стеблей	верх стеблей
Влажность створок, %	59,3	52,1	25,0	19,4	22,9	19,8	21,9	20,8	25,4	24,0
Влажность семян, %	50,8	50,5	39,1	54,0	39,2	24,3	20,9	18,4	57,0	61,3
Масса 1000 сухих семян, г	123	116	146	129	166	137	110	110	112	97
Влажность стеблей, %	72,7		70,7		69,7		70,4		74,3	

Очевидно, как ещё далеко до полного созревания семян: влажность соломы около 70 % и даже выше, высока ещё влажность семян и створок бобов: от 50-57 % до 20-18 %. Конечно, погодные условия сказываются на процессе созревания: сорт СибНИИСХоз 6, сбросивший листья 7 сентября, имел более сухие створки и семена, был более других близок к созреванию. После осыпания листьев ещё должен пройти некоторый срок, некоторое время желательно тёплой сухой погоды, чтобы семена дозрели, высохли стебли, и нормально прошёл процесс обмолота.

И.Ф. Беликов в 1963 г. (цит. по Е. Г. Кизиловой, 1974) показал, что у сои ассимиляты каждого листа направляются в бобы своего узла. Лишь в том случае, когда у листа нет своих бобов, они поступают в бобы других узлов. Обеспечение ассимилятами формирующихся бобов в нижних и верхних узлах происходит неравномерно. Это зависит как от жизнедеятельности листьев разных ярусов, так и вследствие неравномерности их освещения. В листьях нижних ярусов вследствие затенения фотосинтез резко ослабевает, что отрицательно сказывается на снабжении необходимыми веществами близлежащих бобов. По этой причине они формируются неполноценными, либо опадают. Это наиболее ярко проявляется в загущенных посевах. В результате урожай снижается как за счёт меньшего количества бобов, так и

меньшей массы их семян (Новиков, Шустов, 1952) (цит. по Е.Г. Кизиловой, 1974).

Таким образом, формирование листового аппарата сортов сои продолжается в течение всего вегетационного периода. Опадение листьев в наших условиях – это только сигнал к началу созревания семян. Само созревание наступит несколько позже – это будет зависеть от погодных условий. Все сорта сои формируют на 1 м² площади поля 6-8 м² листовой поверхности, что и требуется для получения высокого урожая.

4.5 Поражение посевов сои болезнями и повреждение вредителями

Важными факторами, которые снижают урожайность сои, считаются вредные организмы: болезни, вредители и сорняки.

Соя поражается многими видами грибных, бактериальных и вирусных болезней, которые наносят значительный вред и могут проявляться на различных этапах роста и развития растений: от прорастания до полной спелости.

Соя в Тюменской области выращивается относительно недавно, поэтому поражение растений сои в наших исследованиях были незначительные. Единичные поражения семян *акациевой огнёвкой* были выявлены в 2016 году (рис. 12).

Огнёвка опасна тем, что её личинки повреждают семена, теряются их товарные и посевные качества, соответственно снижается урожайность. Однако пока повреждения были незначительные (Харченко и др., 2015).

На опытном поле ГАУ Северного Зауралья рядом с нашими посевами было поле многолетних трав, в том числе клевера, который считается накопителем вредителя *клубенькового долгоносика*. Нами были выявлены незначительные повреждения семядолей сои этим вредителем, на расстоянии примерно 10 м от края поля. Клубеньковый долгоносик опасен тем, что взрослые насекомые сильно повреждают всходы, а личинки питаются

клубеньками на корнях сои, что приводит к угнетению роста и развития растений, изреживанию посевов и снижению их продуктивности (Делаев и др., 2017).



Рисунок 12 – Семена сои, повреждённые гусеницами акациевой огнёвки



Рисунок 13 – Ложная мучнистая роса (пероноспороз) сои

В 3 декаде июля 2016 года на сое, посеянной семенами из СибНИИСХоза (г. Омск), значительно проявилась болезнь листьев: *пероноспороз* (рис. 13). – это вредоносная болезнь, характеризуется угнетенностью кустов, слабой облиственностью их и мелколистностью. Заболевание вызывается несовершенным грибом *Peronospora manshurica* (Пересыпкин, 1989). Вредоносность состоит в том, что уменьшается масса 1000 семян, их энергия прорастания и всхожесть.

Полевую оценку мы проводили визуально по 5-тибалльной шкале пораженности растений сои грибными болезнями (септориоз, пероноспороз, церкоспороз, фузариоз, аскохитоз, филлостиктоз и др.) (Чумаков, Захарова, 1990; Ашмарина и др., 2008).

На листьях сои исследуемых сортов появились пятна желтые, мелкие и крупные. Посевы, где семена не из г. Омска, были здоровые. Локальное повреждение листьев сои, слабая степень поражения – около 25 %, не сказались на вегетации растений и урожае (табл. 33).

Если незадолго перед уборкой наступила дождливая погода, то наблюдались единичные повреждения основания стеблей *белой гнилью* (плесенью): у самого основания стеблей образовывался белый налёт, стебли

слегка размягчались. Степень распространения и поражения болезни были незначительными, глазомерно – не более 5% стеблей.

Таблица 33 – Полевая оценка пораженности растений сои пероноспорозом

Сорта	Баллы			Поражение, %	Иммунологическая характеристика
	2016	2017	2018		
Омская 4(st)	0	2	0	20	У – устойчив
СибНИИСХоз 6	0	2	0	20	У – устойчив
Эльдорадо	0	2	0	20	У – устойчив
Чера 1	0	0	0	0	УУ – высокоустойчив
Касатка	0	0	0	0	УУ – высокоустойчив
Светлая	0	0	0	0	УУ – высокоустойчив
Дина	0	2	0	20	У – устойчив
Золотистая	0	2	0	20	У – устойчив
Краснообская	0	0	0	0	УУ – высокоустойчив
СибНИИК 315	0	0	0	0	УУ – высокоустойчив

Вред от этих вредных объектов был крайне незначительным. Однако сам факт поражения и повреждения посевов показывает, что есть в лесостепи области вредные объекты, которые по мере распространения посевов сои могут стать опасными.

4.6 Облиственность растений, урожайность и кормовая ценность зелёной массы и сена сои

Для удовлетворения потребностей населения в продукции животноводства необходимо решение проблемы стабильного обеспечения высококачественными кормами. Анализ современного состояния животноводства и производства кормов в России показывает, что обеспеченность скота кормовыми белками ниже нормы в 1,4–1,6 раза. Решение проблемы дефицита кормового белка возможно при увеличении посевных площадей, повышении урожайности и улучшении качества урожая зернобобовых культур (Воскобулова, 2018).

Соя, как высокобелковая культура, находит применение не только при её прямом использовании как продукта питания населения, но и в качестве корма для животных.

В кормопроизводстве используются все части этого растения: зелёные листья и стебли, солома, зерно и его отходы в качестве концентрированного корма (мука, жмых, шрот, молоко, экстрадированная соя (Ващенко и др., 2014).

Зелёная масса сои высокопитательна: в 100 кг такого корма содержится 21-22 кормовые единицы и 3,5-4,2 кг переваримого протеина. Как в чистом виде, так и в смеси с другими культурами, богатыми сахарами (кукуруза, пайза, овёс, суданская трава и др.), её можно применять для подкормки скота в летний период и при заготовке силоса и сенажа при насыщении травостоя соей в количестве 30-33 %. Кроме того, соя является хорошим предшественником для многих других культур, сохраняя плодородие почвы за счёт азотфиксирующей способности (Корсаков, 1975; Щегорец, 2002).

В Тюменской области неплохо развито животноводство не только в сельскохозяйственных предприятиях, но и в личных подсобных и фермерских хозяйствах. Построены и успешно работают крупные животноводческие комплексы для выращивания крупного рогатого скота, свиней, птицы. Строятся новые комплексы во многих районах области. Вьетнамская фирма выбирает место для возведения крупного молочно-товарного предприятия в одном из районов.

На комплексах животных необходимо кормить самыми высококачественными кормами, содержащими все необходимые органические и минеральные вещества для жизни, выработки продукции и размножения, ведь в современных комплексах не предусмотрен выпас животных на пастбище, где они могли бы пополнить рацион недостающими компонентами.

Проблема полноценного кормления животных остро интересует и зоотехников, и агрономов – производителей кормов. Они стараются

расширить возделывание наиболее ценных кормовых культур семейства бобовых: клевера, эспарцета, гороха, вики. Наиболее полноценный корм может дать новая для нашей области бобовая культура – соя.

В настоящее время редкие пока любители возделывания сои в лесостепи Тюменской области стараются вырастить её на семена, содержащие до 18 % жира и 42 % протеина (сорт Эльдорадо). Это правильно: специалисты по кормлению доказали, что одна тонна зерна сои помогает сбалансировать по белку 10 т другого корма (Макарцев, 2012). Однако бывают годы, когда из-за внезапного наступления позднелетних ночных заморозков семена сои не дозревают, а посевы погибают. Так было в массовом масштабе по области в 2014 г., когда посеяли 11500 га сои, но заморозки и выпавший снег 18 октября погубили посевы. На зерно обмолотили всего 1500 га (Иваненко, Мерзляков, 2014; Иваненко и др., 2015; Иваненко, Созонова, 2016). В 2014 и 2015 годах на Ишимском госсортоучастке соя погибла от заморозков в сентябре (Выдрин, Федорук, 2016).

В таких случаях производственники измельчают посевы дисковой бороной и запахивают как сидеральное удобрение. Конечно, это неплохой выход из положения, но нерациональный, так как с большей пользой наземная масса могла бы быть использована на кормовые цели: сено, добавку к кукурузе при силосовании, травяную муку и другие виды корма. Побитые заморозками листья не спешат осыпаться, в отличие от естественного созревших, и силосные комбайны могли бы собрать хороший корм, содержащий не только уже загрубевшие стебли, но и питательные листья, и уже неплохо сформировавшиеся семена, створки бобов.

Такое использование сои на кормовые цели известно давно, однако в нашей области кормовая ценность сои вообще не изучалась. На корм её сеют как в чистом виде, так и в смеси со злаковыми культурами: овсом, кукурузой, суданской травой и др. В зелёной массе сои содержится около 4,5 %

протеина, 1 % жира, 6,7 % клетчатки, 8,4 % зольных элементов, 11 % биологических экстрактивных веществ (БЭВ) (Кашеваров и др., 2014).

Более подробные и разнообразные сведения о кормовой ценности зелёной массы и сена из сои можно найти в многочисленных справочниках и книгах по теории и практике правильного кормления сельскохозяйственных животных (Калашников и др., 2003; Макарецев, 2012), но это средние цифры, полученные далеко от Тюмени.

В своих опытах с соей, выращиваемой на семена, мы предусмотрели вариант использования её зелёной массы и сена на корм, но в более позднее время уборки, чем рекомендует Методика государственного сортоиспытания (1989): в период начала налива семян, то есть в конце июля – начале августа, примерно через 60 суток после всходов (Иваненко, Созонова, 2017).

Опыты с соей выполнены в 2016-2018 гг. в западной части лесостепной зоны Тюменской области на опытном поле Государственного аграрного университета Северного Зауралья (пос. Рощино). Учёт урожая сделали по пробным снопам, одновременно проводили анализ растений на облиственность – содержание листьев в общей зелёной массе. Это одни из важных показателей кормовой ценности растений сои и других кормовых культур (табл. 34).

Таблица 34 - Облиственность, урожай зелёной массы и сена у сортов сои, 2016-2018 гг.

Средние показатели	Омская 4	СибНИИСХоз 6	Эльдорадо	Чера 1	Касатка	Светлая	НСР05
Облиственность, %	41,5	38,1	48,8	36,3	33,2	34,7	6,0
Урожайность зелёной массы, т/га	36,1	41,8	45,2	36,4	35,9	34,4	11,0
Урожайность сена, т/га	8,8	9,8	11,4	9,0	8,8	8,1	0,8
Сухое вещество, %	24,3	25,3	25,4	24,7	24,5	23,4	-

Облиственность очень сильно зависит от способа посева. Мы сорта сои изучали в сплошном посеве с междурядиями 15 см, поэтому облиственность умеренная, доля листьев в зелёной массе составляет 33-48 %. В опытах Ишимского сортоучастка эти же сорта имели облиственность от 50% (СибНИИСХоз 6) до 70 % (Эльдорадо), там посев был с междурядиями 45 см, в котором растения сильно ветвятся и образуют много листьев (Выдрин, Федорук, 2016).

Урожайность зелёной массы сои очень высокая, на уровне урожайности зелёной массы кукурузы. Это результат выращивания посевов на высокоплодородном участке. Сухого вещества в зелёной массе ежегодно содержалось довольно много – около 25 %, в результате получены высокие сборы сухой массы (сена).

Математическая обработка результатов опыта показала, что достоверно низкую облиственность (ниже $НСР_{05}$) имели самые скороспелые сорта, что вполне характерно для них. По урожайности зелёной массы сорта достоверно не различались между собой – разница не превышала $НСР_{05}$. По сену достоверно более высокую урожайность дали сорта СибНИИСХоз 6 и Эльдорадо, достоверно низкая урожайность была у сорта Светлая.

Дисперсионный анализ показал, что облиственность сортов в равной мере зависела от условий года выращивания (43%) и сорта (41%) (рис. 14); урожайность зелёной массы в основном зависела от условий года выращивания (69%) и мало – от сорта (13%) (рис.15).

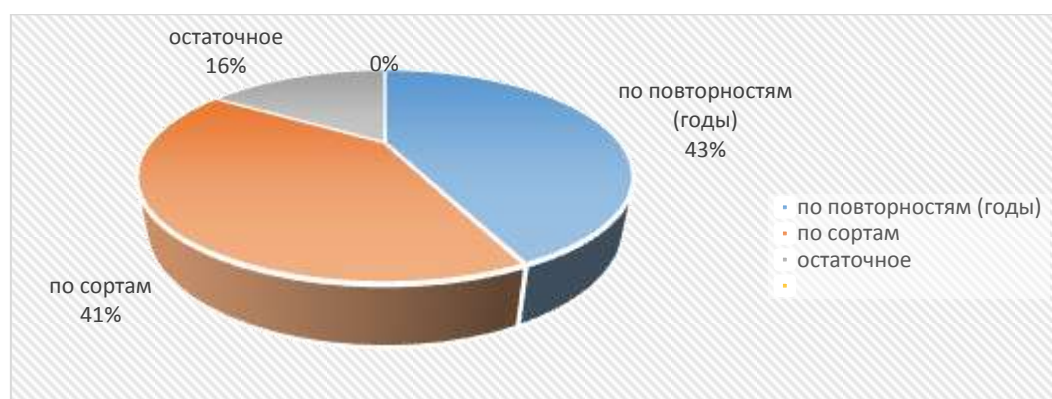


Рисунок 14 – Влияние факторов на облиственность сои

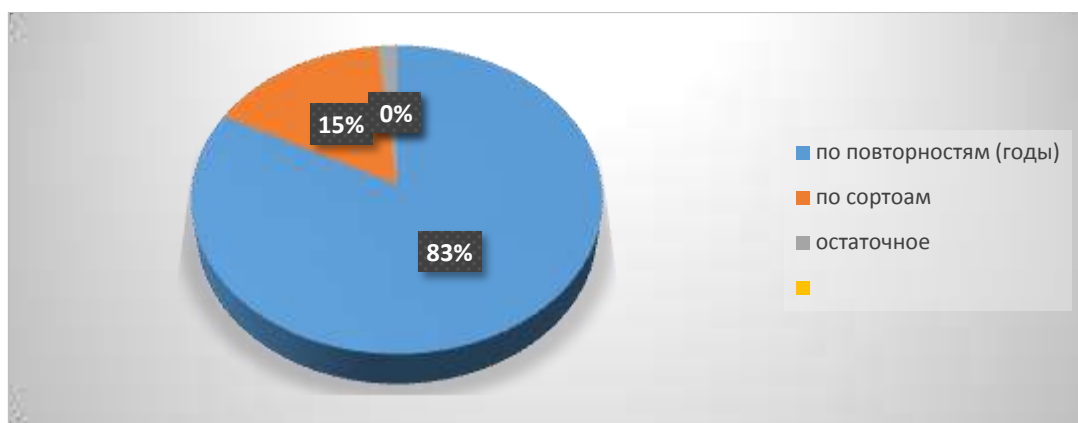


Рисунок 15 – Влияние факторов на урожайность зелёной массы

Однако, такие высокие урожаи зелёной массы и сена сои получают не везде. Например, на Тарской опытной станции Омской области, расположенной в подтаёжной зоне примерно на широте Тюмени, были изучены традиционные бобовые культуры и соя (Григорьев, 2016). Она оказалась самой низкоурожайной по зелёной массе (12 т/га), сбору сухого вещества (2,61 т/га), кормовых единиц (2,2 т/га), сырого протеина (0,52 т/га), обменной энергии (2,7 ГДж/га). Наибольшей продуктивностью выделялась вика и кормовые бобы, у них были лучшие экономические показатели.

В 2016-2018 гг. мы изучили кормовую ценность сена сои сорта Эльдорадо. Анализы выполнены сертифицированной испытательной лабораторией агрохимической службы «Тюменская» по стандартным методам.

Анализ соевого сена сорта Эльдорадо показал его высокую кормовую ценность. В среднем за 2016-2018 гг. в нём содержалось 15,12 % сырого протеина, 3,23 % сырого жира, 7,47 % сахаров, 8,54 % зольных элементов: Са, Р и др., каротин (табл. 35). В 1 кг сена содержится 0,7 кормовых единиц, обменной энергии – 9,0 МДж. Варьирование показателей качества по годам незначительное.

Сравнения со сведениями о качестве соевого сена, сообщаемые в справочниках по кормлению (Калашников и др., 2003; Макарец, 2012) показало, что в лесостепи нашей области вырастает соевое сено высоких кормовых качеств. Оно вполне пригодно для кормления

сельскохозяйственных животных в случае выращивания сои на больших площадях специально для сена.

Таблица 35 – Содержание питательных веществ и кормовая ценность сена сои сорта Эльдorado в фазу налива семян, 2016-2018 гг.

Химический состав корма на натуральное вещество, %		Содержится в 1 кг натурального корма	
Сахар	7,47	Кальция, г	14,17
Сырая зола	8,54	Фосфора, г	5,00
Сырая клетчатка	25,52	Каротина, г	23,00
Сырой протеин	15,12	Переваримого протеина, г	103,00
Сырой жир	3,23	Обменной энергии, МДж	9,00
Общая влага	6,79	Кормовых единиц	0,70

Однако соя попадает под позднелетние заморозки позже, в конце августа – начале сентября, поэтому, естественно, кормовые качества сена будут несколько хуже за счёт огрубления соломы, увеличения содержания клетчатки, но содержание протеина и жира будет больше за счёт более спелых семян сои, попадающих в корм.

ГЛАВА 5 ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ СЕМЯН СОИ

5.1 Урожайность и параметры адаптивности

Урожайность – это главное свойство сортов, по нему устанавливают пригодность для внедрения в производство лучших из них. Для этого новые сорта должны дать математически доказанную прибавку урожайности не менее 20 % к сорту – стандарту (Методика гос. сортоиспытания..., 1989).

Урожайность – самое главное и ценное свойство сорта, потому что она есть результат проявления биологических признаков и свойств в конкретных условиях года (среды), это результат проявления приспособительных (адаптивных) свойств сорта, его пластичности и стабильности. Корреляционный анализ представлен в приложении 12.

При посеве скороспелых сортов сои в условиях лесостепи Тюменской области в 2016 г. между показателями качества семян сои и урожайностью отмечена сильная связь, между натурой семян и урожайностью ($r = 0,97$); содержанием семенных оболочек и урожайностью ($r = 0,88$); массой 1000 семян и урожайностью ($r = 0,97$) (табл. 36).

Таблица 36 - Коэффициент корреляции между показателями качества семян сои и урожайностью, 2016-2018 гг.

Показатели	Коэффициент корреляции ($r \pm Sr$)		
	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Урожайность, т/га			
Натура, г/л	$0,97 \pm 0,08$	$0,49 \pm 0,30$	$-0,24 \pm 0,32$
Содержание семенных оболочек, %	$0,88 \pm 0,17$	$0,12 \pm 0,35$	$-0,42 \pm 0,32$
Масса 1000 семян, г	$0,97 \pm 0,08$	$-0,53 \pm 0,29$	$0,37 \pm 0,32$
Содержание жира, %	$-0,01 \pm 0,35$	$0,49 \pm 0,30$	$-0,13 \pm 0,35$
Содержание протеина, %	$-0,68 \pm 0,42$	$-0,35 \pm 0,33$	$-0,70 \pm 0,25$

В 2017 г. отмечена положительная корреляция между натурой зерна и урожайностью ($r = 0,49$); содержанием жира в семенах и урожайностью ($r = 0,49$). А в 2018 году отмечена положительная связь между массой 1000 семян и урожайностью ($r = 0,37$). Таким образом, как и урожайность, так и

отдельные показатели качества семян сои определялись агроэкологическими условиями и генотипом изучаемых сортов сои.

В таблице 37 представлены результаты трехлетнего испытания скороспелых сортов сои на урожайность семян в западной части лесостепной зоны Тюменской области, на опытном поле ГАУ СЗ в пос. Рожино в 2016-2018 гг. Урожайность приведена к 100%-ной чистоте и 14%-ной влажности.

Таблица 37 – Урожайность семян сортов сои, т/га

Сорта	Годы опытов			Средняя	+,- к стандарту	
	2016	2017	2018		т/га	%
Омская 4 (st)	1,52	1,46	1,68	1,55	-	-
СибНИИСхоз 6	1,71	1,84	2,01	1,85	+0,30	+19,4
Эльдорадо	1,78	1,44	2,62	1,95	+0,40	+25,8
Чера 1	1,81	1,49	3,36	2,22	+0,67	+43,2
Касатка	1,60	1,94	2,76	2,10	+0,55	+35,5
Светлая	1,40	1,90	1,94	1,75	+0,20	+12,9
Дина	1,74	1,77	1,99	1,83	+0,28	+18,1
Золотистая	1,68	1,75	2,44	1,96	+0,41	+26,5
Краснообская	1,53	1,76	2,90	2,06	+0,51	+32,9
СибНИИК-315	1,72	1,61	2,99	2,12	+0,57	+36,8
НСР05	0,21	0,13	0,20	-	-	-

У всех сортов максимальная урожайность получена в 2018 году, потому что в этом году были самые лучшие условия увлажнения почвы.

Многие испытываемые сорта были урожайными и относились к 1-й группе – достоверно превышающих сорт-стандарт или ко 2-й – недостоверно превышающих сорт-стандарт.

Сорт Касатка один раз за годы испытания дал максимальную урожайность, сорт Чера 1 – два раза. Максимальная урожайность сортов была в 2018 г. и составила выше 1,9 т/га, кроме Омской 4. У сортов Эльдорадо, Касатка, Золотистая, Краснообская и СибНИИК-315 – выше 2,5 т/га, а сорт Чера 1 – дал по 3,36 ц/га. Это указывает на большие возможности и резерв возделывания сои в лесостепи Тюменской области (рис. 20).

Средняя урожайность получилась ниже, но всё же превышает 1,5 т/га, что для сои считается очень хорошим показателем в Западной Сибири, в том числе и в Тюменской области.

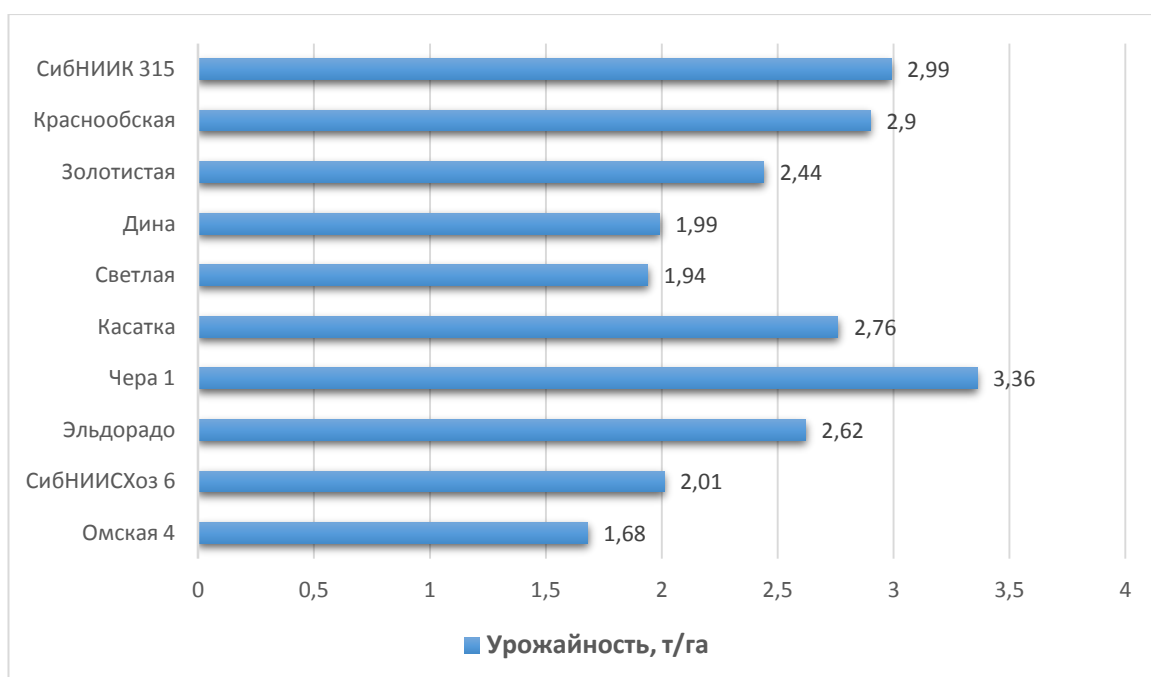


Рисунок 20 – Максимальная урожайность сортов сои, т/га

Самым низкоурожайным оказался сорт – стандарт Омская 4. В сравнении с ним многолетняя прибавка урожайности испытываемых сортов была 0,20-0,79 т/га, что составляет 13-46 %.

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа по урожайности представлены в таблице 38 (прил. 13), показывают, что варианты, отражающие генотипическую (сорта) изменчивость, вызванную метеорологическими условиями (годы), и взаимодействием этих двух факторов, достоверны с высокой вероятностью ($P=99$).

Таблица 38 – Результаты дисперсионного анализа урожайности семян сои, 2016-2018 гг.

Источник варьирования	Степень Свободы(df)	Средний квадрат(ms)	Критерий Фишера(F)	Доля влияния фактора, %
Фактор А (генотипы)	9	0,12	2,73	14,3
Фактор В (годы)	2	2,12	19,68	57,2
Взаимодействие АхВ	18	0,12	-	28,4

Вклад в изменчивость рассматриваемого признака в лесостепной зоне Зауралья (57,2 %) вносят условия вегетации (годы). Доля генотипической

изменчивости в общем варьировании признака 14,3%. Немного выше оценивается вклад изменчивости, обусловленной взаимодействием указанных двух факторов 28,4%.

Чтобы дать хозяйственную характеристику испытуемым скороспелым сортам сои, мы использовали несколько простых, известных показателей их пластичности и стабильности, рекомендованные разными авторами: коэффициент вариации – $V\%$, генетическая гибкость (Зыкин и др.), стрессоустойчивость (Пакудин и др.).

Вначале мы определили *стрессоустойчивость* испытуемых сортов к действию неблагоприятных факторов среды. Оказалось, что наши сорта по стрессоустойчивости чётко разделились на две группы: *первая* – с небольшим размахом между минимальной и максимальной урожайностью – 0,22-0,76 т/га, то есть с высокой стрессоустойчивостью: Омская 4, СибНИИСХоз 6, Дина, Золотистая (все сорта сибирской селекции) и Светлая (сорт из Рязани); *вторая* – со значительным размахом урожайности – от 1,16 до 1,87 т/га, то есть с низкой стрессоустойчивостью: Касатка и Чера 1 из Европейской России и Краснообская, СибНИИК-315 и Эльдорадо – сибирские сорта.

В первую группу попали все более позднеспелые сорта, с вегетационным периодом 100 и более суток, во вторую группу – наиболее скороспелые, с вегетационным периодом менее 100 суток, кроме сорта Эльдорадо с длиной этого периода 101 сутки (разница незначительная).

Оказалось, что в первую группу стрессоустойчивых попали менее урожайные сорта со средней урожайностью 1,79 т/га, во вторую – более урожайные сорта со средней урожайностью 2,03 т/га.

Другие показатели подтвердили существенность такого деления сортов по стрессоустойчивости.

Генетическая гибкость сортов характеризует степень соответствия генотипа и факторов среды. Сорта первой стрессоустойчивой группы показали пониженную генетическую гибкость, а второй группы –

повышенную. Это и дало возможность им сформировать более высокую урожайность в более благоприятном 2018 году.

Коэффициент вариации у сортов второй группы был очень высоким, все эти сорта характеризовались высокой изменчивостью урожайности – более 30 %. У сортов первой группы изменчивость урожайности была слабой (менее 10 %) у сортов СибНИИСХоз 6, Омская 4, Дина, средней – у Светлой, сильной – у сорта Золотистая (табл. 39), значит сорта обладали низкой стабильностью. Группа менее скороспелых сортов оказалась более стабильной, поэтому она не смогла в полной мере использовать природные условия для формирования урожайности в благоприятном 2018 г.

Таблица 39 – Урожайность и показатели стабильности и пластичности сортов сои, 2016-2018 гг.

Сорт	Средняя урожайность семян, т/га	Вегетационный период, суток	Стресс-устойчивость, т/га	Коэффициент вариации, %	Индекс стабильности	Пластичность, b_i	Стабильность, σd^2
1-я группа - менее скороспелые							
Омская 4	1,55	102	-0,22	6,7	2,3	0,19	0,55
СибНИИСХоз 6	1,85	100	-0,30	8,3	2,2	0,28	0,25
Дина	1,83	101	-0,25	6,4	2,9	0,26	0,04
Золотистая	1,96	100	-0,76	22,9	0,8	0,80	0,58
Светлая	1,75	106	-0,54	16,6	1,1	0,41	8,76
2-я группа - более скороспелые							
Касатка	2,10	92	-1,16	22,5	0,9	1,14	0,43
Краснообская	2,10	95	-1,37	37,2	0,6	1,41	0,32
СибНИИК-315	2,12	97	-1,38	35,0	0,6	2,69	54,49
Эльдорадо	1,95	101	-1,18	37,2	5,6	1,03	16,67
Чера 1	2,22	95	-1,87	46,8	0,5	1,79	26,48

Считается, что чем выше *индекс стабильности*, тем стабильнее сорт. Судя по сведениям, представленным в таблице 39, группа менее скороспелых сортов имеет высокий индекс стабильности, кроме сорта Золотистая, а группа более скороспелых сортов имела низкий индекс стабильности, кроме сорта Эльдорадо.

В заключении мы провели расчёты по методике Eberhart S.A., Russell W.A. для определения пластичности (b_i) и стабильности (σ_d^2). Считается, что ценнее сорта, у которых индекс пластичности $b_i > 1$. Этому требованию удовлетворяют все сорта второй группы стрессоустойчивости – у них $b_i > 1$.

Сорта, у которых индекс стабильности σ_d^2 стремится к нулю (более близок к 0), считаются более стабильными. К ним относятся все сорта первой группы стрессоустойчивости и два сорта из второй группы – Касатка и Краснообская.

Чтобы выделить адаптированные сорта сои для дальнейшего использования в сельскохозяйственном производстве в лесостепи Западной Сибири, был проведён расчёт коэффициента линейной регрессии (табл. 39).

В наших исследованиях, наиболее отзывчивыми на улучшение условий выращивания в условиях Тюменской области, а значит более пластичными, оказались следующие сорта сои: Эльдorado ($b_i = 1,03$), Касатка ($b_i = 1,14$), Краснообская ($b_i = 1,41$), Чера 1 ($b_i = 1,79$), СибНИИК - 315 ($b_i = 2,69$).

Eberhart S.A., Russell W.A. считают, что наиболее ценными следует считать те сорта, у которых $b_i > 1$, $\sigma_d^2 \leq 1$. Эти сорта можно считать высокостабильными. Из наших сортов к таким можно отнести сорта Касатка ($b_i = 1,14$, $\sigma_d^2 = 0,43$) и Краснообская ($b_i = 1,41$, $\sigma_d^2 = 0,32$).

Мы оценили свои сорта по пяти показателям адаптивности. Следует отметить, что оценка сортов по разным показателям совпадает.

По показателям пластичности лучшими следует признать сорта Касатка, Краснообская, СибНИИК-315, Эльдorado, Чера 1. По показателям стабильности лучшими можно назвать сорта Омская 4, СибНИИСХоз 6, Дина, Золотистая, Касатка и Краснообская. Высокостабильными следует признать сорта сои Касатка и Краснообская.

Таким образом, оценивая урожайность сортов с помощью математико – статистических методов, разработанных в основном российскими биологами, действительно можно дать комплексную оценку признаков и свойств сортов любой сельскохозяйственной культуры, в том числе и сои.

5.2 Элементы структуры урожайности

Структура урожая – это показатели элементов растений сельскохозяйственной культуры, от которых зависит величина урожая.

Основными элементами структуры урожая растений сои считаются: число стеблей на единицу площади, число боковых веточек, число продуктивных узлов, число бобов и семян на растении, масса 1000 семян и масса урожая с одного растения (Власова, Горбунова, 2016; Иваненко, Созонова, 2017) (прил. 13).

В свою очередь число плодоносящих узлов на растении зависит от густоты стояния растений, которая зависит от способа посева: широкорядный или сплошной рядовой с междурядьями 15 см. Известно, что в широкорядных посевах растения сои ветвятся очень сильно, и ветвистость выступает мощным элементом урожайности растений: количество боковых веточек достигает 5-7, они сами могут ветвиться на ветки второго порядка, на них образуется много плодоносящих узлов с бобами, число которых достигает 200-500 шт.

Однако в Сибири сильная ветвистость сои опасна: бобы на веточках могут не созреть полностью, по размерам семена бывают очень невыравненные – это снижает биологическую ценность семян как посевного материала, веточки по мере созревания семян легко отламываются под тяжестью урожая от центральных стеблей, опадают на почву, и семена не попадают в жатку и бункер – это увеличивает потери урожая за жаткой. Подобрать урожай с веточек и использовать в хозяйстве не удаётся.

В сплошных рядовых посевах (междурядия 15 см) растения ветвятся слабо, плодоносящих веточек бывает 1-4, бобы на них обычно малосемянные (1-2 шт.), так что ветвление не вносит существенного вклада в общий урожай семян с поля.

Есть сорта с «нулевой» ветвистостью, которые даже в разреженных посевах слабо ветвятся, они образуют в узлах значительное количество

бобов, возмещающая этим отсутствие ветвистости. Например, сорт Припять из Белоруссии.

Число плодоносящих узлов на растении зависит от его ветвистости и высоты стеблей. На главном стебле образуется 10-16 узлов, чаще 10-12, в том числе столько же плодоносящих. У высокорослых сортов плодоносящих узлов формируется больше. Узлы с бобами образуются в местах отхождения листьев от стеблей и веточек. В фазу бутонизации в пазухах листьев образуются бутоны и цветки, после их отцветания – бобы с семенами. Бутонов и цветков образуется от 1 до 10 в каждом узле, но по разным причинам часть из них осыпается, и в узлах образуется от 1 до 4 бобов (у сортов с нулевым ветвлением - до 7 шт.). Обычно нижние 1-2 узла бывают бесплодными, так как там в условиях повышенной влажности и пониженной температуры почвы и воздуха часть семян не опыляется и не даёт урожая, подобная картина наблюдается и в верхней части растений из-за недоразвитости цветков, плохого опыления, повышенной температуры воздуха. Высокорослые растения полегают, плохо созревают, оптимальными считаются сорта с высотой стебля от 60 до 80 см.

Иногда бывают бесплодные узлы и в средней части стеблей, где из-за погодных условий часть семян не опыляется или осыпаются бесплодные бобы.

Из-за наличия существенного количества осыпавшихся цветков в пазухах листьев продуктивность растений сои реализуется всего на 30-60 %. Бывает, что уже завязавшиеся бобы сбрасываются растениями, если они не могут их «прокормить» из-за ухудшений условий произрастания (Кашеваров и др., 2004).

Число семян в бобах зависит от полноты опыления семян в них. В результате в узлах одновременно могут находиться бобы от одного до четырёхсемянных, а среднее количество семян в бобе обычно от двух до трёх. Бывают и пустые, бесплодные бобы в узлах. В многосемянных бобах

бывают «пропуски» семян – неразвившиеся семяпочки. Число семян в бобе считают с точностью до 0,1 шт.

Соотношение бобов с разным количеством семян в них у сортов бывает в основном разное. Преобладают бобы двух-трёхсемянные, остальных меньше. На основе этих подсчётов рассчитывается среднее количество семян в бобе, оно обычно бывает 2-3. Четырёхсемянные бобы очень редки, единичны.

Число семян с одного растения складывается из произведения числа бобов на растении на среднее число семян в одном бобе. В загущенных посевах можно подсчитать число семян на растении как произведение числа плодовых узлов на число плодоносящих бобов в них и среднее число семян в одном бобе.

Высота и тип роста растений сои имеют большое значение, так как эти показатели в значительной мере характеризуют пригодность сорта к возделыванию. Экспериментально установлено, что снижение высоты растений приводит к сокращению количества продуктивных узлов и существенно увеличивает потери урожая семян при уборке. Низкорослые детерминантные (с ограниченным ростом) генотипы сои имеют короткий период цветения и в случае стрессовых условий в этот период теряют часть урожая за счёт осыпания репродуктивных органов без возможности их повторного формирования на более поздних этапах развития.

С другой стороны, избыточная высота способствует полеганию растений и также увеличивает вероятность потерь урожая. Кроме этого, высокорослые индетерминантные (с неограниченным ростом) сорта, как правило, отличаются длительным вегетационным периодом, неодновременностью созревания бобов, что в неблагоприятных условиях резко снижает посевные качества семян (Мякушко, Баранова, 1984).

Пригодность сорта к механизированной уборке в большой степени определяется высотой прикрепления нижних бобов, от которой зависят потери урожая. На высоту прикрепления нижних бобов оказывают влияние

географическая широта места возделывания, влажность почвы и воздуха, площадь питания, норма высева и др., причём изменчивость признака только на 28 % определяется наследственными факторами, а остальное зависит от природно-климатических и агротехнических условий возделывания (Кашеваров и др., 2004).

Семенная продуктивность определяется массой семян с одного растения, поэтому этот показатель считается важнейшим хозяйственно-ценным признаком. По данным Н. И. Корсакова (1972), количество бобов на одном растении также является относительным показателем при характеристике его продуктивности и применяется в пределах образцов с одинаковой величиной семян, так как масса 1000 семян и число семян в бобе имеют широкий диапазон варьирования. Во всех других случаях при определении продуктивности растения пользуются показателем массы семян с одного растения.

Масса семян с одного растения – это комплексный признак, который больше всего зависит от погодных и агроэкологических условий. Установлено, что в формировании данного признака роль внешнего фактора составляет 71-78 %, против 19-27 % сортовых особенностей. По данным Н.И. Кашеварова (2004), продуктивность растений зависит от наличия благоприятных факторов в период «всходы - цветение», площади питания, массы 1000 семян, числа семян в бобе, высоты растения, облиственности. По массе семян с одного растения в граммах выделяют несколько групп коллекционных образцов: исключительно высокопродуктивные (более 44 г на растение), очень высокопродуктивные (30-43), высокопродуктивные (26-29,9), продуктивные (22-25,9), выше среднепродуктивных (18-21,9), среднепродуктивные (14-17,9), малопродуктивные (менее 14 г) формы сои.

Масса 1000 семян показывает количество вещества, содержащегося в них. Крупное зерно имеет и более высокую массу 1000 семян. Масса 1000 семян считается также хорошим показателем качества семенного материала.

Крупные семена дают более мощные и более продуктивные растения. Масса 1000 семян у сортов бывает исключительно крупная (более 310 г), очень крупная (260-309 г), крупная (200-259 г), средняя (150-199 г), мелкая (100-149 г), очень мелкая (40-99 г). Влияние внешних условий на изменчивость массы 1000 семян значительно, но в большей степени на неё влияют сортовые особенности (Корсаков, 1972).

Число бобов на растении – один из важнейших элементов продуктивности. Показатель зависит от биологических особенностей сорта, почвенно-климатических и агротехнических условий возделывания. Многие авторы указывают на высокую изменчивость числа бобов на растении. В общей изменчивости доля генетического фактора (сорта) составляет 17-45 %, что затрудняет использование этого признака при отборах на продуктивность (Корсаков, 1972).

Среди сортов разного происхождения практически все короткостебельные высотой 61-88 см устойчивы к полеганию. Мы считаем такую высоту стеблей оптимальной. Высокослым – 100 и более сантиметров является сорт сои Светлая, он склонен к вторичному росту и полеганию в дождливую погоду.

В условиях сплошного рядового посева с междурядьями 15 см ветвление стеблей было слабое – в основном было по 2 веточки, большинство их было с бобами (табл. 40). На веточках было мало бобов – 1-2 шт., поэтому ветвление не вносило существенного вклада в общую урожайность посева. Больше других было боковых веточек у сортов Дина и Касатка. В посевах с широкими междурядьями ветвление проявляется как весомый элемент урожайности сортов.

Высота прикрепления нижнего боба должна быть не менее 10 см от корневой шейки, почти все изучаемые сорта соответствовали норме. Максимальную (11 см) высоту прикрепления нижнего боба имели сорта: Эльдorado, Дина и Золотистая. Это хорошая высота прикрепления нижних бобов сои, такой посев хорошо срезается жатками, и весь урожай семян

попадает в бункер. Потерь за жаткой от несрезанных нижних бобов на стеблях не бывает.

Таблица 40 – Элементы структуры урожайности сортов сои,
2016-2018 гг.

Сорт	Высота растения, см	Число боковых веток, шт.	в т.ч. с бобами, шт.	Высота прикрепления нижнего боба, см	Число бобов на растении, шт.	Число узлов на стебле, шт.	в т.ч. с бобами, шт.
Омская 4 (st)	84	2	1	10	19	10	8
СибНИИСХоз 6	82	2	1	10	19	9	7
Эльдорадо	88	2	2	11	22	9	8
Чера 1	72	1	1	10	24	10	8
Касатка	61	3	2	8	26	10	8
Светлая	108	1	1	9	21	10	9
Дина	85	3	3	11	23	10	8
Золотистая	86	2	2	11	20	10	7
Краснообская	68	2	2	9	23	9	8
СибНИИК-315	71	2	2	9	21	9	8

Стебли имели по 10 узлов, в том числе 8 узлов с бобами. Для изученных сортов сои такое количество узлов на стебле можно считать оптимальным, тем более, что почти 70 % узлов плодоносящих, имевших бобы со зрелыми семенами. Сорт Светлая выделился максимальным числом всех узлов и в том числе плодоносных.

В среднем в узле закладывалось у разных сортов от 2,3 до 3,3 боба. Более продуктивные узлы были у сортов Касатка и Чера 1: у них в каждом узле имелось от 3 до 3,3 продуктивных боба. Больше всего бобов приходилось на одно растение у сортов Чера 1 – 24 шт. и Касатка – 26 шт.

Семена у всех сортов были мелкие. Такие мелкосемянные сорта интереснее для производства, их проще посеять и надо меньше семян на посев по массе. В то же время они содержат много жира и протеина. Всё же более крупные семена были у омских сортов.

Бобы сортов сои содержали от 1 до 4 семян (рис. 22).



Рисунок 22 – Бобы сои с разным числом семян, шт.

Среднее число бобов с разным количеством семян в них и среднее число семян в бобе показано в таблице 41.

Таблица 41 – Среднее число семян в бобах у сортов сои, 2016-2018 гг.

Сорта	Число бобов с семенами в узле, шт.	Процент бобов с числом семян в них:				Среднее число семян в бобе, шт.	Среднее число семян на растении, шт.	Масса семян с 1-го растения, г.
		1	2	3	4			
Омская 4	2	15	45	39	1	2	43	7,9
СибНИИСХоз 6	3	16	44	39	1	2	43	7,8
Эльдорадо	3	17	40	42	1	2	50	6,6
Чера 1	3	18	44	38	0	2	53	5,8
Касатка	3	7	42	48	3	3	64	5,2
Светлая	2	8	37	53	2	3	52	5,3
Дина	3	16	51	32	1	2	50	6,3
Золотистая	3	8	39	52	1	3	49	7,1
Краснообская	3	19	58	23	0	2	47	6,7
СибНИИК-315	2	31	45	24	0	2	39	7,3

У изучаемых сортов преобладали двухсемянные и трёхсемянные бобы, малопродуктивных односемянных бобов в урожае было 7-18 %. Во время закладки семяпочек в бобах, опылении и при наливе семян были благоприятные условия, в результате в урожае получены в основном

многосемянные бобы. Большинство трехсемянных бобов было в урожае сортов: Светлая – 53%, Золотистая – 52 % и Касатка – 48 %. У большинства сортов в бобе в среднем содержалось 2 семени. Число семян на одном растении было наибольшим у сортов Касатка – 64 шт., Чера 1 – 53 шт.

Наибольшую массу семян с одного растения наблюдали у сорта Омская 4 – 7,9 г, а низкую – 5,2 г у сорта Касатка.

Структура элементов урожайности своеобразна для каждого сорта сои. Из-за небольшой длины стеблей у преобладающего числа сортов образуется в основном 7-8 узлов с бобами. Число бобов на растении – от 19 до 26 шт. самые нижние бобы закладывались на высоте 8-10 см от поверхности почвы. На растениях преобладали 2-3-хсемянные бобы.

На уровень урожайности скороспелых сортов сои влияют различные признаки. Нами выявлена корреляции между урожайностью и элементами её формирования: сильная зависимость от признака массы семян с 1-го растения (прил. 15). В таблице 42 приведены результаты обработки данных.

Таблица 42 – Связь урожайности с элементами её формирования,
2016-2018 гг.

Величины	Коэффициент корреляции ($r=Sr$)
Число бобов на растении, шт.	$-0,65 \pm 0,27^*$
Число семян в бобе, шт.	$0,38 \pm 0,99$
Число семян на растении, шт.	$-0,74 \pm 0,24^*$
Масса семян с 1-го растения, г	$0,79 \pm 0,22$

*достоверно на уровне 5%.

При изучении корреляции с элементами структуры урожая у скороспелых сортов сои была отмечена наибольшая взаимосвязь урожайности с массой семян с 1-го растения ($r=0,79$), достоверная средняя сопряженность урожайности и числа семян в бобе ($r=0,38$). Высокая достоверная отрицательная корреляционная связь отмечена между урожайности и числом семян и бобов на растении $r= -0,74$ и $r=0,65$ соответственно.

ГЛАВА 6 ФИЗИЧЕСКИЕ, ПОСЕВНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕМЯН СОИ

6.1 Физические свойства семян

В сортоиспытании изучали физические особенности сортов сои, их семенные свойства.

К *физическим свойствам* семян относятся: их линейные размеры, форма, крупность, натура, выполненность и щуплость, выравненность, объём, плотность, влажность уборочная и хранения (Кулешов, 1963; Строна, 1966; Савельев, 2013; Ступин, 2014; Панкина и др., 2015; Иваненко, Созонова, 2018).

Размеры семян – это их длина, ширина и толщина. На их основе семена отделяют от сорной примеси и разделяют на фракции (калибруют) при подготовке к посеву или переработке. У сои есть сорта с различными размерами семян: длина – 5,0-10,5 мм, ширина 4,5-8,0 мм, толщина 4,0-7,0 мм.

У нас в испытании были в основном крупносемянные сорта с довольно значительными величинами размеров семян, но были и сорта мелкосемянные (Чера 1, Касатка и Светлая) с небольшими размерами. Для изучения размеров семян мы взяли два крупносемянных сорта – Эльдorado и СибНИИСХоз 6 и два мелкосемянных – Касатка и Светлая трёх лет урожая. По 50 шт. взятых без выбора, подряд семян каждого сорта измеряли штангенциркулем по трём измерениям, рассчитывали средние величины, ошибки средних и коэффициент вариации (V%) (табл. 43).

Размеры семян менялись по всем показателям в разные годы выращивания. Самые короткие по длине были у всех сортов в 2015 г., а у сорта Светлая – в 2016 г. Самые узкие по ширине семена были у всех сортов в 2016 г., а у сорта Светлой – ещё и в 2015 г. Самые тонкие по толщине семена сформировались у всех сортов в 2016 г., у сорта Касатка – в 2015 г.

Таблица 43 – Сводные результаты анализа размеров семян

Сорта	Год урожая	Длина, мм		Ширина, мм		Толщина, мм	
			V, %		V, %		V, %
Эльдорадо	2013	8,09 ± 0,09	7,9	6,18 ± 0,06	6,9	4,86 ± 0,55	8,1
	2015	7,24 ± 0,09	9,1	6,17 ± 0,68	7,8	4,67 ± 0,65	9,8
	2016	7,76 ± 0,10	9,5	5,99 ± 0,07	7,8	4,44 ± 0,74	11,7
	Среднее	7,53		6,11		4,66	
СибНИИСХоз 6	2013	7,60 ± 0,09	8,2	6,36 ± 0,07	7,3	4,85 ± 0,06	9,1
	2015	7,41 ± 0,08	8,3	6,23 ± 0,68	6,8	4,68 ± 0,12	9,3
	2016	8,02 ± 0,12	10,9	6,00 ± 0,07	7,9	4,35 ± 0,12	27,5
	Среднее	7,68		6,20		4,63	
Светлая	2013	6,79 ± 0,09	9,8	5,83 ± 0,05	7,3	4,92 ± 0,09	7,8
	2015	6,68 ± 0,09	9,1	5,58 ± 0,06	7,9	4,68 ± 0,08	12,5
	2016	6,55 ± 0,12	16,9	5,59 ± 0,07	9,3	4,48 ± 0,04	17,4
	Среднее	6,67		5,67		4,69	
Касатка	2013	7,1 ± 0,06	6,3	5,91 ± 0,05	5,6	4,77 ± 0,06	9,8
	2015	7,0 ± 0,09	8,8	5,87 ± 0,07	8,6	4,46 ± 0,08	16,7
	2016	7,41 ± 0,17	16,9	5,82 ± 0,12	15,38	4,51 ± 0,06	9,1
	Среднее	7,17		5,87		4,58	

Размеры семян менялись по всем показателям в разные годы выращивания. Самые короткие по длине были семена у всех сортов в 2015 г., а у сорта Светлая – в 2016 г. Самые узкие по ширине семена были у всех сортов в 2016 г., а у сорта Светлая – ещё и в 2015 г. Самые тонкие по толщине семена формировались у всех сортов в 2016 г., у сорта Касатка – в 2015 г.

Расчёты коэффициента вариации (V%) показали, что изменчивость параметров зерна в целом слабая, V был не выше 10 %, он часто показывал среднюю и даже сильную изменчивость (27,5 % у сорта СибНИИСХоз 6 по толщине). Это результат очень неблагоприятных условий во время формирования семян. В 2016 г. август был очень сухой и жаркий. От почвенной и воздушной засухи преждевременно осыпались листья, фотосинтез слабо продолжался в стеблях и створках бобов, питательных веществ и влаги было недостаточно для полноценного формирования семян.

В 2013 г. условия для формирования семян были самые благоприятные, у изучаемых сортов все параметры семян были самые большие, в сравнении с ними параметры 2016 г. заметно меньше по толщине, так как она

формируется позже других параметров: у сортов Эльдorado – на 0,42 мм, у СибНИИСХоз 6 – на 0,5 мм, у Светлой – на 0,44 мм, у Касатки – на 0,26 мм больше.

В 2016 г. наиболее изменчивым параметром была толщина у всех сортов. Изменчивость была средняя и даже сильная у сорта СибНИИСХоз 6, средняя – у других сортов.

Крупность семян – это показатель их размеров. Сорта, у которых семена имеют большие показатели длины, ширины, толщины, называются крупносемянными. На основе наших измерений можно сказать, что у сортов Эльдorado и СибНИИСХоз 6 длина и ширина несколько больше, чем у Светлой и Касатки, а по показателю толщины семян различия незначительные.

Нередко о семенах с высокой массой 1000 штук говорят, что они «крупные», но это неверно, так как «крупность» – это понятие размерное, а масса 1000 семян относится к их тяжести, массе. Однако обычно более крупные семена имеют высокую массу 1000 штук.

Натура семян является важным показателем при транспортировке семян. Натура семян зависит от примеси, состояния поверхности семян, формы, крупности, плотности, влажности, зрелости и выполненности, массы 1000 семян и выравненности. Чем выше натура семян, тем лучше её суммарные качества, и наоборот.

По результатам наших исследований (табл. 44, прил. 16) выявлено, что натура семян сои выращенная в лесостепи Тюменской области, с наибольшим значением показателя был в 2016 г. – 756, 8 г/л с колебаниями от 730 до 777 г/л ($V = 1,59\%$) не смотря на сухой и жаркий август в период налива семян.

Таблица 44 – Влияние погодных условий на формирование натуры семян сои, Тюмень, 2016-2018 гг.

Годы	Натура семян сои, г/л		V, %
	Среднее	Размах варьирования	
2016	756,8±3,8	730,0-777,0	1,59
2017	751,5±2,9	737,0-766,0	1,23
2018	730,3±2,6	720,0-748,0	1,15

Натура у всех сортов значительно выше стандарта. Если разница показателей натуры между сортами более 5 г/л, она считается значимой. Вообще-то натура у сои не определяется по ГОСТу, но мы её определяли, чтобы дополнительно оценить сорта и по этому показателю (табл. 45).

Таблица 45 – Натура семян сои, г/л

Сорта	Годы опытов			Средняя	+,- к стандарту
	2016	2017	2018		
Омская 4 (st)	752	738	720	737	-
СибНИИСХоз 6	763	762	726	750	+13
Эльдорадо	763	753	736	751	+14
Чера 1	760	752	737	750	+13
Касатка	759	756	728	748	+11
Светлая	777	766	748	764	+27
Дина	751	753	728	744	+7
Золотистая	761	752	733	749	+12
Краснообская	752	746	725	741	+4
СибНИИК-315	765	737	722	741	+4

Форма семян у разных сортов бывает разная: округлая, округло-овальная, приплюснутая, почкообразная. Форма семян зависит от соотношения их размеров. Округлая форма характерна для мелкосемянных сортов, у которых длина, ширина, толщина близки по размерам: Касатка, Светлая, Чера 1, округло – овальная – для остальных сортов. Приплюснутая, с небольшой толщиной бывает только в случае нарушения налива семян на последнем этапе, когда, как известно, формируется толщина семян. Таких приплюснутых семян было много у крупносемянных сортов особенно в 2016 году. Практически круглые, как у гороха, бывают семена у Черы 1, Касатки и Светлой. Семена у Эльдорадо и СибНИИСХоз 6 более удлинённые, разница между длиной и шириной у них больше, чем у Светлой и Касатки.

Вообще – то даже в пределах одного сорта форма семян бывает разная в зависимости от того, когда и где они сформировались и наливались. У всех сортов в урожае есть значительная доля округлых семян.

Окраска семян, по литературным данным, бывает жёлтая, зелёная, фиолетовая, бурая, чёрная. Все испытываемые нами сорта имели жёлтую окраску оболочек. Если часть семян оказывалась не совсем дозревшей, они были жёлто-зелёными или зеленоватыми. На таком фоне резко выделялся чёрный рубчик – место, где к семени прирастала семяножка. Нередко рубчик бывает с «глазком», когда место прикрепления семяножки светлого цвета, а окружающий ободок – тёмный.

Выравненность или однородность определяют по размерам в партиях семян. Пробы семян сои просеивают через набор сит с круглыми отверстиями, считают сход каждого сита в процентах от массы пробы. Потом суммируют два соседних сита с наибольшим сходом. Если суммарный процент схода 80% и больше, считают, что семена выравненные.

Считается, что семена должны быть выравненными по размерам, тогда они дадут ровные дружные всходы, а после – равномерное созревание посева. Для удаления оболочек семян сои перед получением жира тоже надо выравненные, даже калиброванные семена, чтобы не было необрушенных семян (так называемый недоруш).

Мы определяли выравненность семян, пропуская через набор сит с круглыми отверстиями диаметром 7 и 5 мм. Через сито с диаметром 3 мм прохода не было совсем.

Сведения по выравненности семян сортов сои представлены в таблице 46, где показано качество семян в наших урожаях. Выравненность ежегодно была очень высокой – выше 91 %.

Таблица 46 – Выравненность семян сортов сои, 2016-2018 гг.

Сорт	Выравненность, %			Средняя
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	
Омская 4	93	95	98	95
СибНИИСХоз 6	96	91	96	94
Эльдорадо	97	89	98	95
Чера 1	96	98	96	97
Касатка	98	96	97	97
Светлая	97	85	96	93
Дина	98	93	98	96
Золотистая	96	91	98	95
Краснообская	96	93	98	96
СибНИИК-315	97	92	98	96

Содержание семенных оболочек у сои находится в пределах 7,5-9,5 % (табл. 47). Мелкосемянные сорта имеют повышенную плёнчатость на 1-1,5 %. Это снижает общий выход жира из семян. Кроме того, пористые оболочки надо удалять перед извлечением жира прессованием, так как они поглощают некоторое количество жира и уносят с собой в жмых и шрот. Выход жира снижается.

Таблица 47 – Содержание семенных оболочек у сортов сои, %

Сорта	Омская 4	СибНИИСХоз 6	Эльдорадо	Чера 1	Касатка	Светлая	Дина	Золотистая	Краснообская	СибНИИК-315
2016 г.	7,6	8,2	9,5	8,8	9,6	11,6	9,0	9,7	9,9	7,4
2017 г.	7,0	6,3	7,9	6,9	7,1	8,9	7,4	7,5	8,2	7,0
2018 г.	7,1	7,2	7,5	7,4	8,2	11,8	8,3	10,4	9,0	7,6
Среднее	7,2	7,2	8,3	7,7	8,3	10,8	8,2	9,2	9,0	7,3

В среднем за три года наибольшее содержание семенных оболочек имел мелкосемянный сорт сои Светлая. У всех остальных сортов доля семенных оболочек в пределах нормы.

Содержание семенных оболочек определяли по такой методике: по 20 штук семян заливали в бюксах тёплой водой и давали семенам набухнуть в течение примерно часа. Потом снимали ручную оболочки и высушивали до

постоянной массы их и семядоли. Массу оболочек высчитывали в процентах от суммы семядолей и оболочек. Если попадались твёрдые семена, не желавшие набухать в течение 1-2 часов, их удаляли из анализа, так как на личном опыте установлено: они могут не набухнуть несколько недель.

Лучше заливать семена горячей водой и уже через полчаса пробовать снимать оболочки, чем заливать тёплой и ждать час и больше. В первом случае оболочка, состоящая из клетчатки, быстро впитывает воду и легко снимается ногтем большого пальца. Если семена набухают долго, оболочка разделяется на два слоя: верхний снимается, а нижний внутренний обычно прилипает к семядолям и его надо снимать иголкой.

При удалении оболочек нередко отламывается корешок семени. Его надо отделить и присоединить к семядолям.

Изучение многочисленных показателей физических свойств семян сои свидетельствует о значительной изменчивости в зависимости от сортов и условий выращивания. Погодные условия ежегодно вносят свои изменения в признаки и свойства семян сортов сои.

6.2 Посевные качества семян

К *посевным качествам семян* относятся: масса 1000 штук, выравненность, энергия прорастания, всхожесть, сила роста, то есть те показатели, которые характеризуют семена как посевной материал, влияют на процесс появления всходов и качество проростков.

У сои, как и у других сельскохозяйственных культур, есть показатели посевных качеств обязательные, нормируемые стандартом ГОСТ Р 52325 – 2005 (Семена сельскохозяйственных растений. Сортные и посевные качества), и ненормируемые, которые дополнительно характеризуют семена, но ГОСТом не нормируются, они необязательные. К обязательным относятся: всхожесть, влажность при засыпке на хранение, чистота, содержание семян других растений, в том числе семян сорняков. К

дополнительным показателям качества у сои относятся: энергия прорастания, уборочная влажность, масса 1000 семян, выравненность, сила роста, количество твёрдых (твёрдокаменных) семян. На них нет обязательных норм в ГОСТе, но они должны быть более высокими или низкими. Они более глубоко, всесторонне, тщательнее характеризуют посевные качества партий семян, дают сведения для более точного объяснения поведения семян в процессе прорастания и формирования полевого стеблестоя, но они очень изменчивы и потому не нормируются ГОСТ Р 52325 – 2005.

В таблице 48 представлена выписка из ГОСТ Р 52325 – 2005, касающаяся семян сои, выращенных в России. Для семян сои установлено всего пять обязательных показателей:

- чистота семян, она достигается с помощью тщательной очистки их на сортировальных машинах, попутно удаляются семена сорных растений;
- трудноотделяемых семян сорняков в области у сои нет, из семян культурных растений от сои трудноотделимы семена гороха, но он убирается с полей и обрабатывается на очистительных машинах намного раньше, чем на послеуборочную обработку поступают семена сои;
- влажность семян не более 14 % достигается сушкой лучше на установках активного вентилирования в невысоком слое, где нет жёсткого воздействия скребков транспортёров.

Таблица 48 – Посевные качества семян сои по ГОСТ Р 52325 – 2005

Категория семян	Сортовая чистота, %, не менее	Чистота семян, %, не менее	Содержание семян других растений, шт./кг, не более		Всхожесть, %, не менее	Влажность, %, не более
			всего	в т.ч. сорных		
ОС, ЭС	99,5	98	10	5	87	14
РС	98,5	96	15	8	82	14
РСт	98,0	95	25	15	80	14

Режим сушки семян сои должен быть осторожный, даже нежный, максимальная температура нагрева семян не более 36°C, чтобы семенные оболочки не растреснулись, не были удалены с семян при их перемещении,

чтобы не распались семена на отдельные семядоли, тогда полностью теряются посевные качества.

Четыре названных показателя качества сои могут быть сравнительно легко доведены до норм ГОСТа при наличии отремонтированных и отрегулированных механизмов на току хозяйства и обученных рабочих.

Уборочная влажность семян сои. Это не показатель посевных или технологических качеств семян, это их состояние по влажности во время обмолота, которая оказывает решающее влияние на судьбу семян, в первую очередь, как посевного материала и объекта хранения. От величины уборочной влажности зависит степень травмирования семян в молотилках комбайнов, где одни семена (сухие) получают макроповреждения в виде дробления на части разных размеров или раздавливаются (влажные), другие получают микроповреждения кожицы или семядолей. В результате снижается лабораторная и полевая всхожесть семян, полевой стеблестой оказывается изреженным, малопродуктивным. Через места повреждений к органам зародыша получает доступ вредная микрофлора в хранилищах и почве, насекомые и клещи в хранилищах, увеличивая потери при хранении.

Мы изучали уборочную влажность семян сои с 2016 по 2018 гг. (табл. 49).

Таблица 49 – Уборочная влажность семян у сортов сои, %

Годы	Омская 4 (ст)	СибНИИСХоз 6	Эльдорадо	Чера 1	Касатка	Светлая	Дина	Золотистая	Краснообская	СибНИИК-315
2016	17,5	18,2	18,3	18,9	16,0	20,0	19,0	18,3	19,0	16,2
2017	21,0	14,9	17,0	12,7	12,5	15,9	17,4	17,5	11,7	12,6
2018	29,5	17,9	16,7	12,7	15,4	30,1	20,4	14,8	11,7	12,1
Средняя	22,7	17,0	17,3	14,8	14,6	22,0	19,0	16,8	14,1	13,6

В эти годы недопустимо высокая уборочная влажность была у Омской 4 – около 30 %. Этот сорт ежегодно был позднеспелым, а убирать посевы приходилось одновременно с остальными сортами. В 2018 г. высокая (30,1

%) уборочная влажность была у сорта Светлая, а в 2016 г. семена его при обмолоте тоже имели повышенную влажность. Сорта СибНИИК-315, Краснообская, Касатка, Черя 1 ежегодно имели минимальную уборочную влажность семян, находились в сухом состоянии – ниже 14%.

Степень травмирования семян сои и других бобовых при обмолоте в области не изучалась. Дробление семян при обмолоте сортов было ежегодно, но в основном незначительное.

Всхожесть семян. Всхожесть – главный показатель качества семян. Это способность их давать за установленный срок нормальные проростки при установленных условиях проращивания. Мы определяли лабораторную всхожесть сои по типу гороха: в чашках Петри на фильтровальной бумаге. Сразу в чашки, куда помещали по 50 семян в четырёх повторностях, приливали по 10 мл сырой водопроводной воды. Семена дружно прорастали уже через трое суток, на больший срок оставались единичные семена. В результате всхожесть и энергия прорастания были почти равными или совпадали.

Результаты проращивания семян на следующий день после обмолота представлены в таблице 50.

Таблица 50 – Всхожесть семян сортов сои сразу после уборки, %

Годы	Омская 4 (ст)	СибНИИХоз 6	Эльдорадо	Черя 1	Касатка	Светлая	Дина	Золотистая	Краснообская	СибНИИК-315
2016	94	84	98	96	100	96	90	94	96	96
2017	88	96	96	100	98	94	96	98	98	100
2018	86	98	100	100	90	86	94	98	98	98
Средняя	89	93	98	99	96	92	93	97	97	98

Всхожесть свежесобранных семян всех сортов сои была высокая, она выше минимальной всхожести, установленной стандартом – 80 %, и у большинства сортов выше максимальной стандартной нормы (87 %). Эти высокие показатели всхожести свежесобранных семян свидетельствуют, что

даже в такой северной территории, расположенной на 57°с.ш., как лесостепь Тюменской области, у семян сои отсутствует явление послеуборочного дозревания, характерного для семян злаковых культур – пшеницы, ячменя, овса и др. (Созонова, 2017).

У некоторых бобовых культур семена бывают «твёрдыми», то есть они не набухают, остаются в размерах сухих семян. Это хорошо видно у сои уже через сутки поглощения воды, залитой к семенам в чашки Петри. Однако количество этих не набухающих семян становится с каждым днём меньше. Такие семена были не ежегодно, а в 2016 г. их было особенно много, хотя у Черы 1 и Светлой и в 2016 г. твёрдых семян не было.

В связи с особенностями налива семян у сортов сои из-за необычно сильной августовской засухи был некоторый недоналив их: у семян сформировалась типичная длина и ширина, но толщина была меньше нормы. Семена выглядели сплюснутыми с боков. Мы пропустили их через сито с продолговатыми отверстиями 4,0 x 20 мм. Процент прохода через сито был разный (табл. 51).

Таблица 51 – Количество и характеристика щуплых семян у сортов сои в 2016 и 2017 гг.

Сорта	Характеристика семян прихода	% прохода		Сорта	Характеристика семян прихода	% прохода	
		2016г.	2017г.			2016г.	2017г.
Омская 4	Плоские, щуплые	8	6,5	Светлая	Мелкие, круглые, без щуплости	24	8,4
СибНИИСХоз 6	То же	22	5,3	Дина	Плоские, без щуплости	16	6,6
Эльдорадо	То же	31	10,4	Золотистая	Мелкие и плоские	36	11,8
Чера 1	Мелкие и часть плоских	26	7,5	Краснообская	Плоские, без щуплости	26	4,1
Касатка	То же	32	3,5	СибНИИК-315	То же	19	8,3

Были определены посевные качества семян – энергия прорастания и всхожесть в сходе и проходе через решето 4,0 x 20 мм (табл. 52).

Таблица 52 – Посевные качества семян сои – схода и прохода через 4,0
х 20 мм, %

Сорт	Энергия		Всхожесть		Сорт	Энергия		Всхожесть	
	сход	проход	сход	проход		сход	проход	сход	проход
Омская 4	70	46	72	48	Дина	77	46	86	70
СибНИИСХоз 6	62	48	72	68	Светлая	76	84	79	84
Эльдорадо	56	66	60	80	Золотистая	68	54	76	74
Чера 1	80	74	80	86	Краснообская	68	48	76	64
Касатка	70	56	74	70	СибНИИК-315	70	53	72	69

В большинстве случаев посевные качества семян схода выше, чем семян прохода со следами щуплости. Только у более скороспелых сортов Черы 1 и Светлой всхожесть семян прохода была несколько выше, чем семян схода. При подготовке семян к посеву были удалены щуплые семена, проход через 4,0 х 20 мм, и удалили из семенной фракции, хотя у ряда сортов пришлось удалять от 25 до 35 % семян.

В среднем процент прохода через сито 4,00 х 20 мм был небольшим, только у двух сортов он превысил 10 %.

При проращивании их получен повышенный процент твёрдых семян как в начале прорастания, так и через 7 суток. Больше всего таких семян было у сортов Касатка, СибНИИСХоз 6 и Золотистая.

Небольшое количество семян загнивает при прорастании, на них образуется белый, похожий на вату налёт плесневых грибов. Также семена легко раздавливаются при нажатии пинцетом.

Бывают ненормально проросшие семена, которые у сои отмечены двух видов: закручивание главного корня в штопор на 2-3 оборота и образование корневых дужек, когда прорастающий корень цепляется за оболочку семян около семенного рубчика и останавливается в росте (рис. 23). Мы считаем, что эти ненормальности видны только при проращивании в чашках Петри. В почве обстановка иная, там нет возможности корню закручиваться в штопор или образовывать дужки. Проверить это мы не смогли, так как надо много почвы с семенами извлечь с поля и просеять через сито, чтобы обнаружить ненормально проросшие семена.

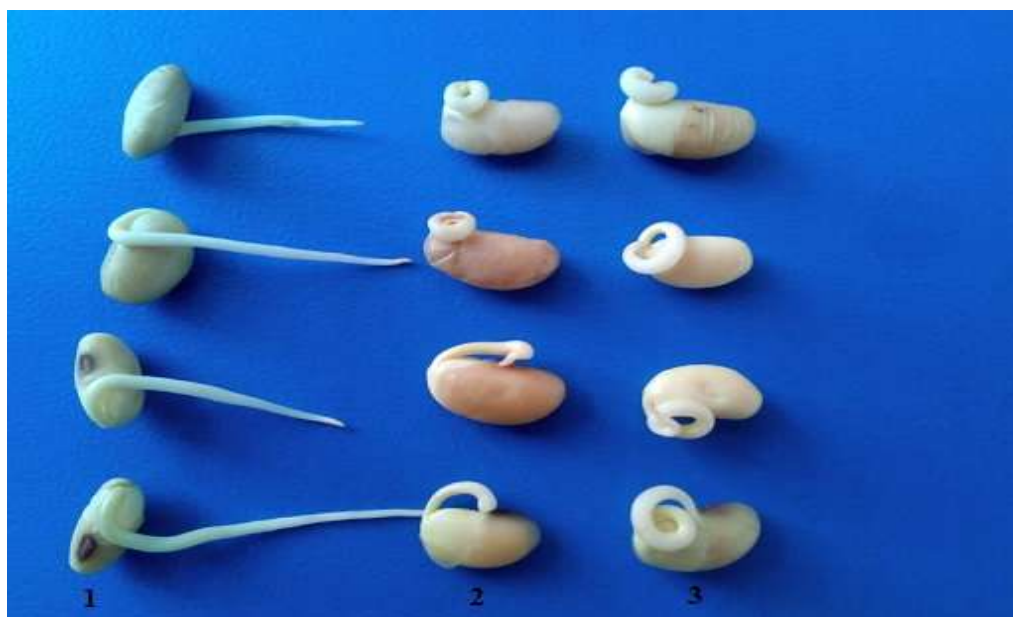


Рисунок 23 – Прорастание семян сои

1-нормальное прорастание семян; 2 - ненормальное прорастание (образование корневых дужек); 3-ненормальное прорастание (закручивание главного корня в штопор на 2-3 оборота)

Масса 1000 семян – один из важнейших элементов урожайности и качества семян сортов сои.

По Н.И. Корсакову (1972), семена сои с массой 1000 штук более 310 г считаются исключительно крупными, 260-309 г. – очень крупными, 200-259 г – крупными, 150-199 г – средней крупности 100-149 г – мелкими, 40-99 г – очень мелкими.

В 2018 г. определили массу 1000 семян прохода и схода с сита 4,0 x 20 мм (табл. 53).

Таблица 53 – Масса 1000 семян схода и прохода, г

Сорта	Эльдорадо	СибНИИСХоз 6	Омская 4	Чера 1	Касатка	Светлая	Дина	Золотистая	Краснообская	СибНИИК - 315
Сход	133	138	149	122	122	106	138	131	143	158
Проход	97	95	72	88	91	76	97	94	100	107

Различия в массе 1000 семян между сходом и проходом значительная, так что проход следует удалять из посевного материала при подготовке семян к посеву.

Формирование крупных семян в значительной степени зависит от погодных условий в период налива и созревания. Влияние условий выращивания на качество семян сои было отмечено при анализе скороспелых сортов в контрастные по погодным условиям годы проведения исследований (2016-2018 гг.) (табл. 54).

Таблица 54 – Формирование масса 1000 семян сои, 2016-2018 гг.

Годы	Масса 1000 семян, г		V, %
	Среднее	Размах варьирования	
2016	130,1±4,7	113,0-166,0	11,5
2017	149,3±6,3	106,0-172,0	13,3
2018	150,5±4,6	114,0-165,0	9,6

При анализе полученных результатов по изучаемому показателю наиболее тяжёлое зерно сформировалось в 2018 г. – 150,5 г, величина показателя изменялась от 114 до 165 г при коэффициенте вариации 9,6 % (табл. 55, прил. 16).

Таблица 55 – Масса 1000 семян, г

Сорт	Годы			
	2016	2017	2018	Средняя
Омская 4 (st)	140	166	144	150
СибНИИСХоз 6	134	147	163	148
Эльдорадо	117	162	157	145
Чера 1	124	142	153	140
Касатка	121	130	145	135
Светлая	113	106	114	111
Дина	131	151	156	146
Золотистая	125	151	151	142
Краснообская	130	172	157	153
СибНИИК 315	151	166	165	161

Самую низкую массу 1000 семян имели сорта Чера 1, Касатка и Светлая. Масса 1000 семян была самая высокая у сорта СибНИИК-315 – 161

г. Самым мелкосемянным был сорт Светлая – всего 111 г, среднесемянные сорта имели массу 1000 штук 135-153 г.

Была сделана математическая обработка данных за три года, в которой в качестве повторностей были взяты показатели по годам опыта. Это даёт возможность выявить долю влияния факторов на изученные показатели: фактора сорта и фактора года, когда проведены посевы.

Таблица 56 – Результаты дисперсионного анализа массы 1000 семян, г

Варьирование	Величина	Доля фактора, %
Общее	9797	-
По повторностям (годы)	3223	33
По сортам	4392	45
Остаточное	2182	22

Дисперсионный анализ результатов опыта показал, что для массы 1000 семян главным влияющим фактором была доля сорта – 45 %, условия года влияли на 33%.

Исследования показывают, что в лесостепи Тюменской области скороспелые сорта сои созревают практически ежегодно и формируют семена с высокими посевными качествами. Сразу после уборки всхожесть семян высокая, соответствует ГОСТ Р – 25352-2005.

6.3 Содержание протеина и жира в семенах

Соя получила в мире широкое распространение благодаря специфическому химическому составу: в её семенах содержится много жира и протеина, наиболее ценных пищевых и кормовых веществ. Судя по сведениям, которые приводятся разными авторами по этому вопросу, содержание их в спелых семенах сои довольно значительно меняется в зависимости от места и условий выращивания, сортов и других причин. В книге «Зернобобовые культуры» (под ред. Шпаара, 2000) сообщается, что в семенах сои содержится в среднем 33,7 % белка и 18, 1 % жира. Сырой

протеин семян сои почти полностью представлен белком, который на 80 % состоит из глобулинов и на 10-20% – из альбуминов – водорастворимыми белками, которые хорошо усваиваются организмом человека и животных.

А.В. Красовская (2016) сообщала, что в семенах сои может содержаться 30-55 % белков и 15-30 % жиров, но в выращенном ими зерне содержалось 31 % белка. Н.И. Кашеваров и др. (2004) писали: «В зерне сои сибирского экотипа содержится от 34 до 42 % высокоценных по аминокислотному составу белков, от 28 до 32 % углеводов и 18-22 % жиров. Белки сои по химическому составу близки к белкам животного происхождения, а по перевариваемости – к казеину молока». Близкие к этим цифрам содержания протеина и жира сообщают и другие авторы, даже в тёплых краях Южного Казахстана в семенах сои разных сортов содержится белка 37,5 – 40,7 %, жира – 22,2 – 22,4 % (Абугалиева, Дидоренко, 2016).

В семенах сои, полученных в наших исследованиях, мы также определяли содержание этих наиболее ценных веществ. Качество семян сортов сои определяли в лаборатории ООО «Заводоуковский маслозавод» Тюменской области: содержание протеина – по Кьельдалю, жира и влаги – на ЯМР-анализаторе АВМ-1006. Содержание протеина и жира показано в перерасчёте на абсолютно сухое вещество.

Максимальное количество содержания жира (в среднем по опыту – 18,1 %) и протеина (среднее по опыту – 42,2 %) было отмечено в 2017 г., а минимальное их содержание (среднее по опыту: жира – 17,8 %; протеина – 38,8 %) было в 2018 г. Изменчивость 10 сортообразцов по содержанию жира (V) находится в пределах 3,7-6,6 %, а протеина в зерне (V) находилась в пределах 3,2-6,6 % (табл. 57, прил. 17).

Таблица 57 – Соотношение содержания жира и протеина скороспелых сортов сои, Тюмень, 2016-2018 гг.

Годы	Содержание жира, %		Коэффициент вариации V, %	Содержание протеина, %		Коэффициент вариации V, %
	Среднее	Размах варьирования		Среднее	Размах варьирования	
2016	17,9±0,4	15,3-19,4	6,6	41,6±0,4	40,0-43,6	3,2
2017	18,1±0,2	17,2-19,4	3,7	42,2±0,8	38,4-47,2	6,6
2018	17,8±0,3	15,7-18,7	6,2	38,8±0,7	36,3-42,8	5,9

Сведения о содержании протеина и жира у сортов сои представлены в таблице 58.

Таблица 58 – Содержание жира и протеина в сортах сои, %

Сорта	Годы опытов			Среднее	+,- к стандарту
	2016	2017	2018		
Содержание жира					
Омская 4 (st)	18,7	18,3	17,8	18,3	-
СибНИИСХоз 6	19,4	18,3	18,4	18,7	+0,4
Эльдорадо	15,3	17,2	17,9	16,8	-1,5
Чера 1	19,3	18,4	15,7	17,8	-0,5
Касатка	17,3	18,3	18,3	17,9	-0,4
Светлая	18,0	19,4	15,9	17,8	-0,5
Дина	17,9	18,4	18,5	18,3	-
Золотистая	18,0	17,6	18,5	18,0	-0,3
Краснообская	17,1	17,2	18,7	17,7	-0,6
СибНИИК 315	17,9	17,8	18,5	18,1	-0,2
НСР05 = 1,5 %					
Содержание протеина					
Омская 4 (st)	43,4	47,2	42,8	44,5	-
СибНИИСХоз 6	40,0	43,1	40,2	41,1	-3,4
Эльдорадо	41,3	45,5	39,3	42,0	-2,5
Чера 1	40,1	41,1	36,6	39,3	-5,2
Касатка	40,8	40,3	38,4	39,8	-4,7
Светлая	40,6	40,3	42,1	41,0	-3,5
Дина	42,7	38,4	38,2	39,8	-4,7
Золотистая	41,0	43,5	36,6	40,4	-4,1
Краснообская	42,1	42,9	36,3	40,4	-4,1
СибНИИК 315	43,6	39,4	37,7	40,2	-4,3
НСР05 = 3,3 %					

Содержание обоих веществ в семенах сои изменялось по годам. Если ориентироваться на данные Кашеварова Н. И. для сои сибирского экотипа,

приведенные ниже, то стоит признать, что жир у нас накапливался по «сибирскому минимуму» – около 18 %.

При $НСР_{05} = 1,5 \%$ ни один сорт достоверно не превысил стандарт по содержанию жира в семенах.

При $НСР_{05} = 3,3 \%$ все сорта содержали в семенах достоверно меньше протеина, чем сорт стандарт Омская 4.



Рисунок 23 – Результаты дисперсионного анализа содержания жира и протеина в семенах сои

Дисперсионный анализ показал, что изменчивость содержания жира и протеина в семенах сои на 38-58 % зависит от остаточных факторов выращивания и всего на 30 - 38 % - от сортов (рис. 23).

Содержание протеина также изменялось по годам, но в среднем у всех изученных сортов белка содержалось почти 40%. Если сравнивать содержание протеина в семенах Тюменской сои с цифрами Кашеварова Н.И., приведёнными выше, то можно сказать, что у нас накапливается в ряде лет у многих сортов существенно больше протеина: до 45 и даже 47 %. Из 25 анализов только в девяти протеина содержалось меньше 40 % и не ниже 39,5 %. То есть возможности образования протеина у сои, выращенной в Тюменской области, больше, чем жира.

Таким образом, скороспелых сортов сои, выращенных в лесостепи Тюменской области формируют семена с высокими технологическими качествами, в них содержится в среднем 17 – 18% жира и 39 – 44,5% протеина.

ГЛАВА 7 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СКОРОСПЕЛЫХ СОРТОВ СОИ

В условиях рыночной экономики в сельском хозяйстве большое внимание уделяется рентабельности и экономической эффективности, которая, по мнению М.Л. Осколкова, «представляет собой сложную экономическую категорию, в которой отражается одна из основных сторон общественного производства: результативность, определяющаяся урожайностью сельскохозяйственных культур» (Осколков, 2010).

Экономическая эффективность характеризуется многими показателями: урожайностью, себестоимостью 1 ц или 1 т семян, затратами труда на 1 т семян, рентабельностью и др. Рентабельность существенно зависит от урожайности: чем она выше, тем ниже себестоимость, ниже затраты труда на единицу массы продукции.

Важным показателем выступает цена реализации продукции. Соя – одна из рыночно-выгодных культур. Цена на её семена всегда высокая: она не отпускается ниже 20 тыс. руб./т, а за семена высших категорий не стесняются просить 40 и даже 60 тыс. руб./т. Дорогие и продукты из сои: масло, жмых или шрот на корм скоту.

По этим причинам соя оказывается экономически эффективной культурой даже при сравнительно невысокой урожайности, при которой ни одна другая культура не была бы принята производителями. По данным Е.С. Шукис (2015), в Алтайском крае соя рентабельна при урожайности 0,6 т/га, в Курганской области - при урожайности 0,8 т/га (Система адаптивно-ландшафтного..., 2012), в Мордовии – тоже при 0,6 т/га (Макарова, 2018). Даже на Дальнем Востоке, в Хабаровском крае, соя имеет «точку окупаемости» при 1,4 т/га (Опыт возделывания сои по..., 2014). В ООО «Сибирия», которая находится в Голышмановском районе Тюменской области, соя рентабельна при урожайности 0,97 т/га (Красовская и др., 2016; Созонова, Иваненко, 2018).

Для оценки эффективности производства сои применяются в основном показатели урожайности и получения валовых сборов, однако этого недостаточно, так как показатели, используемые для экономической оценки, должны нести информацию как о росте объёмов и повышении качества продукции, так и об уровне отдачи на затраченные ресурсы, а в конечном счёте – увеличение чистого дохода. По этим причинам анализ эффективности производства сои целесообразно проводить по комплексу самых различных показателей, при этом важное значение придается не только конечным показателям экономической эффективности (уровню рентабельности и прибыли), но и другими специальными показателями, характеризующими специфику сои как масличной высокобелковой культуры (Нечаев и др., 2012; Синеговский, 2015; Пацкова, 2016).

В качестве общих показателей в методике использованы следующие показатели экономической оценки производства в растениеводстве:

1. Урожайность (У), как основной натуральный показатель получаемого эффекта от производства сои. Он отражает количество растениеводческой продукции, полученной с единицы посевной площади, ц/га (т/га):

$$У = ВС / П,$$

где ВС – валовой сбор продукции со всей посевной площади, ц (т);

П – посевная площадь, га.

2. Производственные затраты (ПЗ) в расчёте на 1 гектар посевной площади, куда включаются прямые материальные, прямые затраты на оплату труда, начисленная амортизация, руб./га:

$$ПЗ = МЗ + ОТ + Ам,$$

где МЗ – материальные затраты (семена, ГСМ, минеральные удобрения и средства защиты растений и др.).

ОТ – затраты на оплату труда работникам (включая страховые взносы и прочие обязательные платежи установленные законодательством РФ).

Ам – сумма амортизационных отчислений на полное восстановление основных производственных фондов, исчисленная, исходя из их балансовой стоимости.

3. Себестоимость (СС) единицы продукции – денежное выражение затрат на производство и реализацию 1 т сои. В себестоимость продукции входят затраты, связанные с использованием сельскохозяйственных угодий, машин, оборудования, семян, горюче-смазочных материалов и т.д., руб./т:

$$CC = ПЗ / У.$$

4. Балансовая прибыль 1 единицы продукции ($Пр_6$) – разница между стоимостью продукции в ценах реализации и полной себестоимостью продукции, отражающей совокупные затраты основных фондов, оборотных средств и трудовых ресурсов, руб.:

$$Пр_6 = Ц - CC,$$

где Ц – цена реализации единицы продукции, руб.

5. Прибыль, полученная с 1 гектара посевной площади ($Пр_{га}$). Для этого из валовой продукции, полученной с одного гектара, в стоимостном выражении, необходимо вычесть производственные затраты на 1 гектар (ПЗ). Валовая продукция в стоимостном выражении есть произведение урожайности и цены реализации 1 единицы продукции:

$$Пр_{га} = У \times Ц - ПЗ.$$

6. Уровень рентабельности (Р) – рассчитывается как отношение балансовой прибыли к себестоимости продукции, комплексно отражает степень эффективности использования материальных, трудовых и земельных ресурсов:

$$Р = Пр_6 / CC.$$

Для учета специфики сои как масличной высокобелковой культуры общие показатели оценки эффективности были нами дополнены следующими показателями.

7. Сбор протеина с 1 га (C_n) – данный показатель отражает количество протеина, получаемое с 1 гектара убранной площади сои:

$$C_{\text{п}} = Y \times \text{СП},$$

где Y – урожайность, т/га;

СП – содержание в зерне протеина, в процентах.

8. Сбор жира с 1 га – данный показатель отражает количество жира, получаемое с 1 гектара убранной площади сои:

$$C_{\text{ж}} = Y \times \text{СЖ},$$

где СЖ – содержание в зерне жира, в процентах.

9. Себестоимость 1 т протеина:

$$\text{СС}_{\text{п}} = \text{ПЗ} / \text{СП},$$

где ПЗ – производственные затраты в расчёте на 1 гектар посевной площади

10. Себестоимость 1 т жира:

$$\text{СС}_{\text{ж}} = \text{ПЗ} / \text{СЖ},$$

где ПЗ – производственные затраты в расчёте на 1 гектар посевной площади.

Используя показатели себестоимости протеина и жира можно сравнить, какой сорт, показавший в данных условиях года определенную биологическую урожайность, и при данных понесённых затратах наиболее выгоден для той или иной переработки. В идеале показатели содержания протеина (СП) и содержания жира (СЖ) необходимо определять лабораторным способом после уборки урожая. В наших расчётах принималось среднее значение содержания жира и протеина в семенах сои, анализы выполняли в лаборатории ООО «Заводоуковский маслозавод» в 2016-2018 гг.

Производственные затраты рассчитаны по данным технологических карт за 2016-2018 гг. продукции растениеводства АО ПЗ Учхоз ГАУ Северного Зауралья (табл. 59).

Таблица 59 - Состав и структура затрат на производство сои
в расчёте на 1 га

Показатели	2016 г.		2017 г.		2018 г.		В среднем	
	руб.	%	руб.	%	руб.	%	руб.	%
Затрат в расчёте на 1 га	15317	100	13604	100	12686	100	13869	100
в.т.ч.: Оплата труда	2800	18,3	2860	21,0	2279	18,0	2646	19,1
Семена	4750	31,0	1920	14,1	1562	12,1	2744	19,8
Минеральные удобрения	1428	9,3	1547	11,4	1646	13,0	1540	11,0
Электроэнергия	38	0,3	100	0,8	97	0,8	78	0,6
Нефтепродукты	1813	11,8	2970	21,8	2923	23,0	2569	18,5
Содержание основных средств	4488	29,3	4207	30,9	4179	33,0	4291	31,0

По составу и структуре затрат в расчёте на 1 га видно, что в среднем за три года наибольший удельный вес занимают затраты на семена оплату труда и содержание основных средств – 19,8; 19,1 и 31,0 % соответственно.

Анализ экономической эффективности возделывания сои представлен в приложении 18. Цену реализации сои 23200 руб. за тонну, мы взяли среднюю для всех сортов по данным Тюменской федеральной службы государственной статистики (2016-2018 гг.).

Наиболее эффективным по всем параметрам явилось возделывание сортов сои Чера 1, Касатка, Краснообская и СибНИИК-315. Благодаря высокой урожайности от 2,18 до 2,43 т/га эти сорта обеспечили наибольший сбор протеина и жира от 0,87 до 0,95 т с 1 гектара посевной площади, а за счёт высокого содержания протеина в зерне обеспечили самую низкую себестоимость этого ценного элемента в культуре от 5710 до 6360 руб./т. Скороспелые сорта сои обеспечили самый высокий сбор жира с 1 га (0,40-0,43 т) и самую низкую себестоимость получения жира (32250-34670 руб./т) за счёт своих уникальных биохимических характеристик. Остальные сорта показали меньшую урожайность и, как следствие, были менее экономически эффективны.

На высокую экономическую эффективность производства сои указывает хороший уровень рентабельности: он у разных сортов от 162,1% у сорта Омская 4 до 306,3% у сорта Чера 1. Порогом экономичности у сои

следует считать урожайность семян 0,9 - 1 т/га: при такой урожайности рентабельность будет равна 100%, то есть уже покрывает все затраты на выращивание. Урожайность более 0,9-1 т/га уже даёт прибыль.

Таким образом, проведенные расчеты доказывают, что урожайность является основополагающим критерием оценки эффективности соевого производства и главным фактором, влияющим на экономическую эффективность производства.

Кроме того, как видно из результатов расчетов, урожайность оказывает непосредственное влияние на специализированные показатели оценки эффективности возделывания сои. Следовательно, необходим обоснованный отбор высокоурожайных сортов сои, который включает в себя характеристику технологических свойств, биохимического состава и экономической целесообразности использования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основываясь на результатах исследований скороспелых сортов сои в лесостепной зоне Зауралья, можно сделать следующие выводы:

1. Выделены коллекционные образцы сои по хозяйственно-ценным признакам для использования в качестве исходного материала в селекции:

- на скороспелость: Касатка, Чера 1, Краснообская, СибНИИК-315;
- на высокую урожайность: Чера 1, СибНИИК-315;
- на короткостебельность и устойчивость к полеганию: Касатка, Краснообская, СибНИИК-315, Чера 1;
- устойчивость бобов к растрескиванию и осыпанию семян: Чера 1;
- физические свойства семян: Чера 1 и Касатка;
- высокое содержание в семенах жира и протеина – Омская 4.

2. На основе комплексной оценки скороспелых сортов сои выделены сорта Касатка, Чера 1, Краснообская и СибНИИК-315, характеризующиеся коротким вегетационным периодом – 92-95 суток; полевой всхожестью не ниже 80 %, сохранностью растений – 79-92%, выживаемостью – 76%, короткостебельностью, устойчивостью к полеганию, облиственностью 33-37 %, урожайностью зелёной массы 34-45 т/га, сухого вещества в зелёной массе –25 %, урожайностью семян в среднем 2,22 т/га. Выделенные сорта сои обладают высокой адаптивной способностью, характеризуются высокими технологическими качествами зерна, семена имеют хорошие физические и посевные свойства.

3. Выявлена достоверная корреляция урожайности с показателями качества и элементами структуры скороспелых сортов сои:

- массой 1000 семян и урожайностью ($r=0,97$);
- урожайностью и натурой семян ($r=0,97$);
- урожайностью и содержанием семенных оболочек ($r=0,88$);
- урожайностью с массой семян с 1-го растения ($r=0,79$);
- содержанием жира в семенах и урожайностью ($r = 0,49$);

- урожайностью и числа семян в бобе ($r=0,38$).

4. Установлено, что наибольший экономический эффект в расчёте на 1 т семян обеспечивает выращивание скороспелых сортов сои Касатка, Краснообская, СибНИИК-315 и Чера 1. Рентабельность составила от 265,0 до 306,3 %.

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СЕЛЕКЦИОННОЙ РАБОТЫ И ПРОИЗВОДСТВА

Для повышения эффективности селекционного процесса при создании новых скороспелых сортов сои целесообразно использовать в качестве источников комплекса ценных признаков выделенные сорта: Касатка, Чера 1, Краснообская и СибНИИК-315.

Приоритетным направлением в селекции сои для условий лесостепной зоны Зауралья остаются: короткостебельность (61-77 см), скороспелость (92-99 суток), высокая урожайность (2,0 – 2,6 т/га) и технологические качества (жир 17-18%, протеин 39-45%).

Для производственных посевов следует рекомендовать скороспелые сорта сои: Касатка, Чера 1, Краснообская и СибНИИК-315. Целесообразно продолжать их размножение в условия лесостепи Зауралья и внедрение в производство.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абугалиева А.И. Генетическое разнообразие сортов сои различных групп спелости по признакам продуктивности и качества /А.И. Абугалиева, С.В. Дидоренко// Вавиловский журнал генетики и селекции. 2016. № 3. С. 303-310.
2. Адамова О.П. Влияние условий выращивания зернобобовых на формирование семян /О.П. Адамова// Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1971. №152. С.17-20.
3. Ашмарина Л.Ф. Болезни сои в Западной Сибири /Л.Ф. Ашмарина, Н.М. Коняева, И.М. Горобей// Вестн. Рос. акад. с.-х. наук. 2008. № 1. С. 37-39.
4. Балакай Г.Т. Соя, экология, агротехника / Г.Т. Балакай, О.С. Безуглова. Ростов-на-Дону: Феникс, 2003. 160 с.
5. Баранов В.Ф. Скороспелые сорта сои для северо-западной зоны России /В.Ф. Баранов, Л.А. Баранова // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2015. № 2 (162). С. 80–86.
6. Баранов В.Ф. Соя. Биология и технология возделывания / В.Ф. Баранов, В.М. Лукомец. Краснодар, 2005. С.3-6, 10-21.
7. Боме Н.А. Возделывание сои в условиях юга Тюменской области /Н.А. Боме, Т.И. Гальчинская// Первый международный форум «Зернобобовые культуры – развивающееся направление в России» (19-22 июля 2016 г.), Омск. 2016. С 28-32.
8. Боровкова А.С. Соя: особенности применения удобрений /А.С. Боровкова// Ресурсосберегающее земледелие. 2011 № 2. С.34-37.
9. Борцова Е.Б. Продуктивность сортов сои северного экотипа на дерново-подзолистых почвах Костромской области /Е.Б. Борцова // Первый

международный форум «Зернобобовые культуры – развивающееся направление в России» (19-22 июля 2016 г.). Омск. 2016. С. 52-53.

10. Бурка А. Соя на Украине / А. Бурка // Зерно. 2015. №3. С. 121-124.
11. Вавилов П.П. Растениеводство / П.П. Вавилов. М.: Агропромиздат, 1986. 512 с.
12. Ваймер А.А. Тяжёлые металлы и радионуклиды в почвах сельскохозяйственной продукции Северного Зауралья. Автореф. дисс. док. биол. наук. Тюмень, 2006. 32 с.
13. Васько В.Т. Теоретические основы растениеводства / В. Т. Васько. СПб.: ПРОФИ-ИНФОРМ, 2004. 197 с.
14. Васякин Н.И. О возможности возделывания сои в Западной Сибири /Н.И. Васякин // Сиб. Вестник с.-х. науки. № 4. 1982. С. 38-42.
15. Велижанских Л.В. Элементы технологии возделывания сои в северной лесостепи Тюменской области. Л.В. Велижанских. Автореф. дисс. канд. с.-х. наук. Тюмень, 2011. 14 с.
16. Вериго С.А. Почвенная влага и её значение в сельскохозяйственном производстве / С.А. Вериго, Л.А. Разумова. Л.: Гидрометеиздат, 1963. 289 с.
17. Вишнякова М.Н. Генофонд зернобобовых культур и адаптивная селекция как факторы биолоизации и экологизации растениеводства (обзор) /М.Н. Вишнякова// С.-х. биология. 2008. № 3. С. 3-23.
18. Власова Е.В. Оценка скороспелых образцов сои из коллекции ВИР по способности вызревать в средней полосе России /Е.В. Власова, Ю.В. Горбунова// Кормопроизводство. 2016. № 6. С. 36-39.
19. Воскобулова Н.И. Урожайность зелёной массы и сухого вещества в зависимости от нормы высева гороха /Н.И. Воскобулова, В.Н. Соловьёва, Р.Ш. Ураскулов// Животноводство и кормопроизводство. 2018. № 2. С.162-167.

20. Выдрин В.В. Сорта растений, включенные в Государственный реестр селекционных достижений, допущенные к использованию по Западно-Сибирскому региону в 2016 г./ В.В. Выдрин, Т.К. Федорук // Сортовое районирование сельскохозяйственных культур и результаты сортоиспытания по Тюменской области за 2016 г. Тюмень, 2016. 91 с.
21. Галеев Р.Р. Интенсивные технологии возделывания сои в Западной Сибири/ Р.Р. Галеев, В.М. Литвянский. Новосибирск: Агро-Сибирь, 2002. С. 4.
22. Гамзикова О.И. Генетика признаков пшеницы на фонах питания/ О.И. Гамзиков, Н.А. Калашников. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1988. 128 с.
23. Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур / А.А. Гончаренко// Вестник РАСХН. 2005. №6. С. 49-53.
24. Гончаров А. Соя на самообеспечении: нужен ли дополнительный азот?/ А. Гончаров // Зерно. 2015. № 6. С.127-135.
25. Горышина Т.К. Экология растений: учебное пособие для ВУЗов /Т.К. Горышина. М. : Высшая школа, 1979. 136 с.
26. ГОСТ Р 52325-2005. Сортные и посевные качества. М., 2005.
27. Григорьев О.П. Оценка однолетних бобовых культур в условиях подтаёжной зоны Омской области / О.П. Григорьев // Первый международный форум – Зернобобовые культуры – развивающееся направление в России (19-22 июля 2016 г.), Омск, 2016. С. 37-41.
28. Гурибская С. Соя: биология, производство, использование/ С. Гурибская. Киев: ИД «Зерно», 2014. 658 с.
29. Гуринбал Сингх. Соя. Биология, производство, использование/ Сингх Гуринбал// Зерно, 2014. 656 с.
30. Гуцаленко А.П. Агротехника возделывания сои на зерно в условиях северной зоны Молдавской ССР: автореф. дисс. канд. с.-х. наук. / А.П. Гуцаленко. Кишинев, 1975. 19 с.

31. Дега Л.А. Испытание штаммов ризобий сои видов *Bradyrhizobium japonicum* и *Sinorhizobium fredii* /Л.А. Дега, О.И. Хасбиуллина, М.В. Якименко, С.А. Бегун // Защита и карантин растений. 2016. № 10. С. 23-24.
32. Делаев У.А. Меры борьбы с сорняками, болезнями и вредителями на посевах сои/ У.А. Делаев, У.Г. Зудиев, И.Д. Шимхаев, М.М. Абасов// Вестник Чеченского гос. университета. 2017. № 2. С.17-19.
33. Демьянова-Рой Г.Б. Оценка адаптивных свойств сортов сои на дерново-подзолистых почвах Костромской области /Г.Б. Демьянова-Рой, Е.Б. Борцова // Естественные и технические науки. 2012. № 1. С. 113-116.
34. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. М.: Агропромиздат, 1985. 351с.
35. Драгавцев В. А. Генетика признаков продуктивности яровой пшеницы в Западной Сибири / В. А. Драгавцев, [и др.]. Новосибирск: Наука, 1984. 230 с.
36. Ермолина О.В. Изменение архитектоники растений сои в процессе селекции на Дону /О.В. Ермолина, О.В. Короткова// Зерновые и крупяные культуры. 2014. № 4. С. 52-56.
37. Животкова Л. А. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайности» /Л.А. Животкова, З.Н. Морозова, Л.И. Секатуева// Селекция и семеноводство. 1994. № 2. С. 3-6.
38. Жученко А.А. Адаптивный потенциал культурных растений (эколого-генетические основы) / А.А. Жученко. Кишинев: Штиинца, 1988. 766 с.
39. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы) / А.А. Жученко. Кишинев: Штиинца, 1990. 432 с.
40. Зайцев Н.И. Перспективы и направления селекции сои в России в условиях реализации национальной стратегии импортозамещения /Н.И. Зайцев, Н.И. Бочкарёв, С.В. Зеленцов// Масличные культуры, 2016. Вып. 2.

41. Зеленская Т.И. Селекционно-семеноводческие разработки по импортозамещению сои в Белгородском ГАУ/ Т.И. Зеленская, Н.С. Шевченко, Н.Н. Закурдаева // Первый международный форум «Зернобобовые культуры – развивающееся направление в России» (19-22 июля 2016 г.). Омск, 2016. С. 28-31.
42. Зернобобовые культуры / Шпаар Д., Элмер Ф., Постников А., Тарануха Г. Минск: «ФУАинформ», 2000. 264 с.
43. Зыкин В.А. Вегетационный период яровой пшеницы и его связь с урожайностью в условиях степи и лесостепи Западной Сибирской низменности /В.А. Зыкин // Сиб. вестник с.-х. науки. 1977. № 2. С. 30–37.
44. Зыкин В.А. Экологическая пластичность сельскохозяйственных растений (методика и оценка) / В.А. Зыкин, И.А. Белан, В.С. Юсов, [и др.] Уфа, 2011. 97 с.
45. Зыкин В.А. Экология пшеницы: монография / В.А. Зыкин, В.П. Шмакин И.А. Белан. Омск: изд-во ОмГАУ, 2000. 124 с.
46. Иваненко А.С. Сортоизучение сои в лесостепной зоне Тюменской области / А.С. Иваненко, А.С. Ахметова // Вестник ГАУ СЗ. 2014. № 2. С. 18-19.
47. Иваненко А. С. Агроклиматические условия Тюменской области / А. С. Иваненко, О. А. Кулясова / Тюмень. ТГСХА. 2008. 206 с.
48. Иваненко А.С. Соя в Тюменской области в 2014 году / А.С. иваненко, Л.И. Мерзляков// Вестник ГАУСЗ № 3. 2014. С. 3-7.
49. Иваненко А.С. Опыт возделывания сои в Тюменской области/ А.С. Иваненко, Л.И. Мерзляков, А.С. Ахметова // Селекция, семеноводство и производство зернофуражных культур для обеспечения импортозамещения: Материалы координационного совета по селекции, семеноводству, техническому возделыванию и переработки зернофуражных культур (27-31 июля 2015г.). Тюмень, 2015. С. 156-159.
50. Иваненко А.С. Скороспелые сорта сои для Северного Зауралья / А.С. Иваненко, А.Н. Созонова // Первый международный форум

«Зернобобовые культуры – развивающееся направление в России» (19-22 июля 2016 г.). Омск, 2016. С. 56-59.

51. Иваненко А.С. Испытание скороспелых сортов сои в 2015 году в Тюменской области /А.С. Иваненко, А.Н. Созонова// В Сб.: Коняевские чтения. V Юбилейная Международная научно-практическая конференция. Посвящается 100-летию со дня рождения выдающегося ученого и педагога, доктора сельскохозяйственных наук, профессора, Заслуженного деятеля науки РСФСР Коняева Николая Федоровича. Екатеринбург. 2016. С. 318-323.

52. Иваненко А.С. Интродукция сои в Тюменской области /А.С. Иваненко, А.Н. Созонова// Агропродовольственная политика России. 2017. №1. С. 50-52.

53. Иваненко А.С. Структура урожая скороспелых сортов сои в Тюменской области /А.С. Иваненко, А.Н. Созонова// Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. 2017. № 2. С. 90-94.

54. Иваненко А.С. Урожайность и кормовая ценность зелёной массы и сена сои в Тюменской области /А.С. Иваненко, А.Н. Созонова// В сб.: Современные научно–практические решения в АПК. Сборник статей всероссийской научно-практической конференции. Тюмень. 2017. С. 648-654.

55. Иваненко А.С. Особенности физических свойств семян у сортов сои в Северном Зауралье /А.С. Иваненко, А.Н. Созонова// В сб.: Второй Международный форум "Зернобобовые культуры - развивающееся направление в России" ФГБОУ ВО Омский ГАУ. Омск. 2018. С. 69-74.

56. Иваненко А.С. Сортвые особенности реакции сои на обработку семян штаммом 634в *Bradyrhizobium japonicum* /А.С. Иваненко, А.Н. Созонова// В сб.: Плодородие почв и оценка продуктивности земледелия Материалы научно-производственной конференции с международным участием. Тюмень. 2018. С. 334-339.

57. Иваненко А.С. Белково-масличные культуры - рапс и соя – в лесостепи Тюменской области/ А.С. Иваненко, А.Н. Созонова, А.И. Старых // Вестник Курганской ГСХА. 2019. № 1 (29).С. 7-10.
58. Калашников А.П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных /А.П. Калашников. М.: 2003. 456 с.
59. Карягин Ю.Г. Соя / Ю.Т. Карягин. Алма-ата: Кайнар, 1978. С. 12-18.
60. Катюк А.Н. Оценка адаптивности сортов сои разных агроэкотипов / А.Н. Катюк, В.В. Зубков// Известия Самарского НЦ РАН. 2014. №5. С 1140-1142.
61. Кизилова Е.Г. Разнокачественность семян и ее агрономическое значение / Е.Г. Кизилова. Киев: Урожай, 1974. - 216 с.
62. Кильчевский А.В. Методы оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. Обоснование метода /А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева// Генетика. 1985. Т.21. № 9. С.1481-1490.
63. Клыков А.П. Вопросы акклиматизации и агротехники сои в нечерноземной зоне / под ред. В.Б. Енкена // Соя. М.: Сельхозгиз, 1963. С. 277-291.
64. Коновалов Ю.Б. Общая селекция растений / Ю.Б. Коновалов, В.В. Пыльнев, Т.И. Хупацария, В.С. Рубец. СПб.: Лань, 2013. 480 с.
65. Коновалов Ю.Б. Общая селекция растений / Ю.Б. Коновалов. СПб.: Лань, 2018. 480 с.
66. Корсаков Н.И. Определение видов и разновидностей сои: Метод. указания. Л.: ВНИИР, 1972. 189 с.
67. Коршукова И. Аргументы в пользу сои /И. Коршукова// Тюменская правда. 2013. № 182.
68. Красовская А.В. Зернобобовые культуры в подтайге Западной Сибири / А.В. Красовская, Т.М. Веремей// Первый международный форум

«Зернобобовые культуры – развивающееся направление в России» (19-22 июля 2016 г.). Омск, 2016. С. 56-59.

69. Красовская А.В. Кормовые бобы и соя на зерно и семена в ООО «Сибиря» /А.В. Красовская, В.Л. Уляшев, Е.Е. Ташланова// Аграрный вестник. 2016. № 11. С. 54-55.

70. Кулешов Н.Н. Агрономическое семеноведение /Н.Н. Кулешов. М.: Госсельхозиздат, 1963. 304 с.

71. Кунавин Г.А. Выращивание сои в условиях Тюменской области /Г.А. Кунавин// Сб. трудов ВНИК. Екатеринбург: УралГСХА, 2008. С. 58-60 (приложение к журналу Аграрный вестник Урала. 2008. № 2).

72. Лактионов Ю.В. Инокуляция как способ оптимизации азотного питания сои /Ю.В. Лактионов, В.В. Елисеев, В.В. Яхно// Главный агроном. 2015. № 1. С. 37-39.

73. Лещенко А.К. Соя /А.К. Лещенко, Б.В. Касаткин, М.М. Хотулев. М: Сельхозиздат, 1987. 272 с.

74. Литвинова И.С. Совершенствование элементов технологии возделывания сои на зерно в лесостепи Новосибирского Приобья /И.С. Литвинова, Р.Р. Галеев// Вестник НовосибГАУ. 2016. № 2. С. 23-29.

75. Литун П.П. Взаимодействие генотип и среда в генетических и селекционных исследованиях и способы его изучения. Проблемы отбора и оценки селекционного материала. Киев: Наукова думка, 1980. С. 63–92.

76. Лихенко И.Е. Современные проблемы селекции сельскохозяйственных культур в сибире /И.Е. Лихенко // Достижение науки и техники АПК. № 6. 2012.

77. Лукомец В.М. Соя в России – действия и возможности // В.М. Лукомец, А.В. Кочегура, В.Ф. Баранов, В.Л. Махонин. Краснодар, 2013.

78. Лукомец В. М. Создание сортов сои с расширенной адаптацией к изменяющемуся климату Западного Предкавказья /В. М. Лукомец, Н. И. Бочкарёв, С. В. Зеленцов, Е. В. Мошненко// Труды Кубанского ГАУ. Краснодар. 2012. Т. 1. № 35. С. 248-254.

79. Макарова Л. Импортзамещение по-мордовски // Поле августа. 2018. № 3. С. 2.
80. Макарец И.Г. Кормление с.-х. животных/ И.Г. Макарец. Калуга: Ноосфера, 2012. С. 207-209.
81. Малыш Л.К., Рязанцева Т.П. Селекция сои на устойчивость к неблагоприятным факторам Приамурья // Приёмы регулирования продуктивности сои Новосибирск, 1987. С.21-27.
82. Манакова Т.А. Сорта и образцы сои для условий с ограниченными тепловыми ресурсами/Т.А. Манакова, М.С. Ракина// IV Междунар. науч.-практ. конф. «Аграрная наука-сельскому хозяйству»: сб. статей / АГАУ. Кн. 2. Барнаул, 2009. 130 с.
83. Масличные культуры: перспективы без ущерба зерновым // Нивы России. 2018. № 2. С. 17-19.
84. Мессина М. Обыкновенная соя и ваше здоровье/ М. Мессина, В. Мессина, К. Сетчелл. М: АССОЯ, 1994. 202 с.
85. Методика государственного сортоиспытания с.-х. культур. Вып. 2. М.: Сельхозиздат, 1989. 194 с.
86. Митриковский А. Я. Соя в Северном Зауралье /А.Я. Митриковский // Уральские нивы. 1991. № 6. С.9.
87. Митриковский А.Я. Перспективы возделывания сои в условиях Северного Зауралья/ А.Я. Митриковский// Селекция и семеноводство в Сев. Зауралье. Новосибирск, 1992. С. 83-85.
88. Митриковский А.Я. Перспективные для северного Зауралья образцы сои / А.Я. Митриковский //Селекция и семеноводство. 1992. № 1. С. 44-45.
89. Морозов Е.В. Частная селекция: краткий курс лекций для аспирантов/ Е.В. Морозов. Саратов: изд-во СарГАУ, 2014. С. 69-74.
90. Назарова А.А. Нанобиопрепараты в технологии возделывания сои сорта Светлая/ А.А. Назарова, С.А. Полищук, Е.В. Гуреева, Д.Г. Чурилов // Зерновое хозяйство России. 2017. № 4. С. 10-14.

91. Неттевич Э.Д., Моргунов А.И., Максименко М.И. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность урожайности и качества зерна // Вестн. с.-х. науки. 1985. №1. С. 66–73.
92. Нечаев В.И. Экономика производства сои (региональный аспект) / В.И. Нечаев, А.В. Острецов// Краснодар: Просвещение-Юг, 2012 – 137 с.
93. Омелянюк Л.В. Результаты испытания образцов сои коллекции ВИР в Омской области на широте 55° /Л.В. Омелянюк, А.М. Асанов, А.Х. Танакулов, Я.Б. Бендина // Масличные культуры: науч.-техн. бюл. / ВНИИМК. 2012. № 2 (151 – 152). С. 48 – 53.
94. Омелянюк Л.В. Селекция гороха и сои для условий Западной Сибири.: автореф. дис... докт. с.-х. н. Тюмень, ГАСЗ. 2015. 33 с.
95. Опыт разведения сои в Тюменском районе // Народ. хоз-во Омской обл. 1936. №6. С. 74-75.
96. Орлянский Н.А. Селекция и семеноводство зерновой кукурузы на повышение адаптивности в условиях Центрального Черноземья: автореф. дисс.... докт. с.-х. наук. Воронеж, 2004. 40 с.
97. Осколков М.Л. Экономика предприятий АПК: Уч. пособие/ М.Л. Осколков. Тюмень: ТГСХА, 2010. 524 с.
98. Островерхов В.О. Сравнительная оценка экологической пластичности сортов сельскохозяйственных культур /В.О. Островерхов// Генетический анализ количественных признаков сельскохозяйственных растений: сб. науч. тр. М. 1978. С. 128–141.
99. Отраслевая Программы Российского Соевого Союза «Развитие производства и переработки сои в Российской Федерации на 2015-2020 годы» [сайт] [электронный ресурс]. Режим доступа: [<http://www.ros-soya.su/public.aspx?3BB4E5AC>].
100. Отчёты отдела растениеводства Тюменского департамента АПК за 2012-2017 гг.

101. Панкина И.А. Исследование физических и технологических свойств семян зернобобовых культур/ И.А. Панкина, Л.М. Борисова, Е.С. Белокурова // Зерновое хозяйство России. 2015. № 2. С. 35-37.
102. Пакудин В.З. Параметры оценки экологической пластичности сортов и гибридов. Теория отбора в популяциях растений / В.З. Пакудин. Новосибирск: Наука, 1976. 189 с.
103. Пакудин В.З. Оценка экологической пластичности сортов. Генетический анализ количественных и качественных признаков с помощью математико-статистических методов/ В.З. Пакудин. М.: ВНИИТЭИСХ, 1979. С. 40-44.
104. Пацкова В.А. Экономическая эффективность возделывания сои в Северном Зауралье /В.А. Пацкова //Теория и практика мировой науки. 2016. № 1. С. 63-65.
105. Пересыпкин В.Ф. Сельскохозяйственная фитопатология /В.Ф. Пересыпкин//4-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1989. 480 с.
106. Петибская В.С. Соя: качество, использование, производство / В.С. Петибская, В.Ф. Баранов, А.В. Кочегура, С.В. Зеленцов. М. 2001. 64 с.
107. Петибская В.С. Соя: Химический состав и использование /В.С. Петибская. Майкоп: ОАО "Полиграф-Юг", 2012. 432 с.
108. Пинегин В. Как защитить сою // Поле Августа. Апрель 2018. с.9.
109. Посыпанов Г.С. Сорта сои северного экотипа (возможные районы возделывания) / Г.С. Посыпанов, Т.П. Кобозева, В.Н. Посыпанова, У.А. Делаев // Зерновое хозяйство. № 10. 2006. С. 10-14.
110. Посыпанов Г.С. и др. Растениеводство: учебник для с.-х. вузов / Г.С. Посыпанов и др. М: КолосС. 2007. 353 с.
111. Практикум по физиологии растений /Н. Н. Третьяков, Т. В. Карнаухова, Л. А. Паничкин и др. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1990. 271 с.

112. Прянишников Д.Н. Ахромия /Д.Н. Прянишников. Избранные сочинения. Т.1. М: Сельхозгиз, 1952. С. 320-342.
113. Ракина М.С. Итоги работы учёных Кемеровской ГСХА в области селекции и защиты бобовых культур / М.С. Ракина, Т.А. Руденко, В.К. Заостровных// Первый международный форум «Зернобобовые культуры – развивающееся направление в России» (19-22 июля 2016 г.). Омск. 2016. С. 108-111.
114. Ренёв Е.П. Новый сорт сои Краснообская в условиях Северного Зауралья / Е.П. Ренёв, О.А. Вьюшина// Кестник КазанГАУ. № 1. 2018. С. 49-52.
115. Рожанская О. А. Соя и нут в Сибири: культура тканей, соматклоны, мутанты / О.А. Рожанская. Новосибирск: Юпитер, 2005. 155 с.
116. Романова Е.В. Биологические особенности сои при интродукции/ Е.В. Романова// Вестник РАСХН. 2005. № 3. С.52–55.
117. Рубаненко Н. Н. Наш опыт производства семян сои /Н. Н. Рубаненко, С. А. Титовский // Земледелие. 2010. № 3.
118. Рутц Р.И. Научные основы и практические результаты селекции яровой пшеницы и озимых мятликовых культур в Западной Сибири / Р.И. Рутц. Новосибирск : РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИСХ, 2005. 624 с.
119. Рынок сои [сайт] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [<http://www.agronews.ru/soya>].
120. Савельев В.Н. Семеноведение / В.Н. Савельев. Куртамыш, 2013. С. 143-147.
121. Самойленко И. Соя на марше /И. Самойленко// Зерно. 2016. № 8. С. 56-61.
122. Сапега В.А. Экологическая пластичность сортов яровой пшеницы в условиях Северного Казахстана: дис... канд. с.-х. наук. Омск, 1983. 168 с.
123. Сапега В.А. Оценка параметров среды в пунктах сортоиспытания и адаптивной способности сортов яровой пшеницы в условиях Северного

Зауралья /В.А. Сапега // Сельскохозяйственная биология. 2008. № 1. С. 55–59.

124. Семёнова Е. В. Продуктивность образцов гороха (*Pisum sativum* L.) из коллекции ВИР в условиях Ленинградской области / Е.В. Семёнова, Д.В. Соболев// Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. СПб., 2009. Т.166. 615 с.

125. Синеговский О.М. Методические аспекты экономической оценки технологии возделывания сортов сои /О.М. Синеговский// Вестник Алтайского аграрного университета. 2015. № 6. С. 204-207.

126. Система адаптивно-ландшафтного земледелия в Курганской области. Кургамыш, 2012. С. 43-60.

127. Скипин Л.Н. Параметры жизнедеятельности клубеньковых бактерий при изменении эдафических факторов/ Л.Н. Скипин, В.С. Петухова, Н.В. Перфильев, Н.В. Храмцов// Вестник КрасГАУ. 2014. № 6. С. 103-108.

128. Скрипко А.В. Разработка технологии функциональных продуктов питания на основе сои и папоротника / А.В. Скрипко, О.В. Литвиненко, О.В. Покотило// Вестник КрасГАУ. 2017. №6. С. 96-103.

129. Соболев Н.А. Методика оценки экологической стабильности сортов и генотипов /Н.А. Соболев // Проблемы отбора и оценки селекционного материала. Киев, 1980. С. 100-106.

130. Сотченко В.С. Селекция и семеноводство раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы: автореф. дис... док. с.-х. наук. СПб., 1992. 48 с.

131. Созонова А.Н. Производство сои в России, Зауралье и Тюменской области/ А.Н. Созонова, А.С. Иваненко// Второй Международный форум "Зернобобовые культуры, развивающееся направление в России" ФГБОУ ВО Омский ГАУ. 2018. С. 155-160.

132. Созонова А.Н. Соя за пределами естественного ареала – у 57° северной широты Тюменской области /А.Н. Созонова //Проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса России: матер. всерос.

науч.-практ. конф. (Благовещенск, 19 апр. 2017 г.). В 8 т. Благовещенск: Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2017. Т1. Современные проблемы агрономии и пути их решения. С. 81-84.

133. Созонова А.Н. Разнокачественность семян сои в Тюменской области /А.Н. Созонова, А.С. Иваненко// Сборник статей II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции "Современные научно-практические решения в АПК". Государственный аграрный университет Северного Зауралья. Тюмень. 2018. С. 136-140.

134. Созонова А.Н. Урожайность и качество семян скороспелых сортов сои в Тюменской области /А.Н. Созонова, А.С. Иваненко// Пермский аграрный вестник. 2018. № 4 (24). С. 98-102.

135. Созонова А.Н. Урожайность, показатели качества и экономическая эффективность возделывания сои в Тюменской области /А.Н. Созонова, А.С. Иваненко// АПК: инновационные технологии. 2018. № 1. С. 51-55.

136. Созонова А.Н. Фенологическое развитие сортов сои сибирского и северного экотипов в лесостепи Тюменской области / А.Н. Созонова// Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодёжи Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции молодых учёных. 2017. С. 287-291.

137. Созонова А.Н. Изучение сортов сои в лесостепи Тюменской области /А.Н. Созонова// Агропродовольственная политика России. 2016. № 12 (60). С. 49-50.

138. Созонова А.Н. Оценка сортов сои по урожайности и параметрам адаптивности в лесостепи Тюменской области /А.Н. Созонова, А.С. Иваненко// Пермский аграрный вестник. 2019. № 1 (25). С. 75-80

139. Созонова А.Н. Результаты сортоиспытания сои Краснообская в Северном Зауралье / А.Н. Созонова, А.С. Иваненко// Пермский аграрный вестник. 2019. № 2 (26). С. 94-101.

140. Соя в Западной Сибири /Н.И. Кашеваров, В.А. Солощенко, Н.И. Васянин, А.А. Лях. Новосибирск. 2004. 256 с.
141. Соя / Под ред. Ю.П. Мякушко и В.Ф. Баранова. М.: Колос, 1984. С. 26.
142. Соя/ Под ред. А.К. Лещенко, В.И. Сичкарь, В.Г. Михайлов и др. Киев: Наукова думка, 1987. С. 18.
143. Соя на Дальнем Востоке / А.П. Ващенко, Н.В. Мудрик, П.П. Фисенко и др. Россельхозакадемия, ДВ РНЦ, Примор. НИИСХ. Владивосток: Дальнаука, 2014. 435 с.
144. Соя: метод. указания по селекции и семеноводству / сост. Н.И. Корсаков, Ю.П. Мякушко. Л.: ВИР, 1975. 159 с.
145. Строна И.Г. Общее семеноведение полевых культур/ И.Г. Строна. М.: Колос, 1966. 464 с.
146. Ступин А.С. Основы семеноведения. СПб.М.: Краснодар: Лань. 2014. С. 98-110.
147. Суворов В.В. Ботаника с основами геоботаники / В.В. Суворов, И.Н. Воронова. М.: Арис, 2012. – 520 с.
148. Тарушкин В.И. Аспекты разнокачественности семян в научной и практической деятельности/ В.И. Тарушин, С.И. Лубников, И.И. Кузьмин // Вестник семеноводства в СНГ. 2000. № 4. С.27-32.
149. Тутельян В.А. Соя, продукты её переработки в питании здорового и больного человека. Госсанэпиднадзор за качество и безопасность соевой продукции/ В.А. Тутельян. М.: ГЭОТАР. 2006. 192 с.
150. Фадеев А. А. Экологическое испытание образцов сои в условиях Чувашии / А.А. Фадеев, М.Ф. Фадеева, Л.В. Воробьев // Кормопроизводство. 2013. № 6. С.25-27.
151. Федеральная служба государственной статистики России [сайт] [электронный ресурс]. Режим доступа:[<http://www.gks.ru>].
152. Физиология и биохимия с.-х. растений /Под ред. Н.Н. Третьякова. М: КолосС. 2005. С.601-607.

153. Фурсова А.К. и др. Растениеводство: лабораторно-практические занятия, т.1 .Зерновые культуры. Спб.: Изд-во «Лань», 2013. 432 с.
154. Хангильдин В.В. О принципах моделирования сортов интенсивного типа // Генетика количественных признаков с.-х. растений / В.В. Хангильдин. М.: Наука. 1978. С. 111-116.
155. Харченко Г.Л. Акацивая огнёвка на сое и методы её мониторинга / Г.Л. Харченко, Н.А. Саранцева, Н.Г. Федоров// Фитосанитарный мониторинг. 2015. С.23-25.
156. Цуканова З.Р. Семена сои: оригинальные и элитные /З.Р. Цуканова, В.И. Зотиков, В.С. Сидоренко// Информ. бюлл. 2017. № 10. С. 34-36.
157. Чумаков А.Е., Захарова Т.И. Вредоносность болезней сельскохозяйственных культур. М.: Агропромиздат, 1990. 127 с.
158. Щегорец О.В. Соеводство: учебное пособие. Благовещенск: ООО Издательская компания РИО, 2002. 432 с.
159. Шмакова О.А. Адаптивность яровой мягкой пшеницы в условиях Среднего Прииртышья: монография /О.А. Шмакова, Н.А. Поползухина. Омск: Изд-во ФГОУ ВПО Ом ГАУ, 2008. 128 с.
160. Шорохов А.В. Соя и фасоль созревают в Сибири / А.В. Шорохов // Зерновые культуры. 1965. № 9. С. 9.
161. Шувалов А.М. Обоснование режимов темперирования сои в процессе гидротермической обработки /А.М. Шувалов, А.Н. Машков, Д.С. Чернов, Г.М. Шулаев, Н.А. Вотановская // Наука в Центральной России. 2016. №2 С. 16-21.
162. Шукис Е. Р. Изучение сортового состава сои в условиях Приобской лесостепи Алтайского края /Е. Р. Шукис, С. К. Шукис// Достижения науки и техники АПК. 2015. № 6. С. 41-43.
163. Якушкина Н.И. Физиология растений /Н.И. Якушкина, Е.Ю. Бахтин. М.: ГИУ ВЛАДОС, 2005. С. 195-197.

164. Annemarie Stopp, Imke Schüler, Dr. Christian Krutzinna , Prof. Dr. Jürgen Heß. Alternativen zu importiertem Soja in der Milchviehfütterung [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.wwf.de/fileadmin/fm-WWFStudie_Alternativen_zu_importierter_Soja_in_der_Milchviehfuetterung_Langfassung.pdf (дата обращения: 10.11.2018)
165. Bradshaw A.D. Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants / A.D. Bradshaw // *Advanc. Genet.* 1965. Vol. 13. P. 115–155.
166. Comstock K.E. Genotype and environment interactions Symposium on Statistical genetics and Plant Breeding / K.E. Comstock, K.H. Moll. 1963. P. 164–196.
167. Eberhart S.A. Stability parameters for comparing varieties / S.A. Eberhart, W.A. Russell // *Crop. sci.* 1966. Vol. 6, № 1. P. 36 - 40.
168. Finlay K.W. The analysis of adaptation in a plantbreeding program / K.W. Finlay, Z.H. Wilkinson // *Aust. F. Agril. Res.* 1964. № 4. P. 742–754.
169. Freeman G.H., Perkins G.M. Environmental and genotype environments components of variability. VIII Relations between genotypes grown in different environments and measures of these environments / G.H. Freeman, G.M. Perkins. *Hereditas*, 1971. Vol. 27. P. 15–23.
170. Möller C., Parkhomenko, S., Deblitz, C., Riedel, J. Ein Vergleich der weltweit wichtigsten Anbauregionen für Ölsaaten [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.ufop.de/files/4713/4432/5825/Anbauregionenvergleich_FAL_2001.pdf (дата обращения: 10.11.2018).

ПРИЛОЖЕНИЯ

**СОРТ ОМСКАЯ 4****СОРТ СИБНИИСХОЗ 6**

**СОРТ ЭЛЬДОРАДО****СОРТ ДИНА**

**СОРТ ЗОЛОТИСТАЯ****СОРТ ЧЕРА 1**

**СОРТ СВЕТЛАЯ****СОРТ КАСАТКА**



СОРТ КРАСНООБСКАЯ



СОРТ СИБНИК-315

Приложение 6

Продолжительность межфазных и вегетационных периодов скороспелых сортов сои за 2016-2018 гг., суток

Сорт	Всходы -цветение				Цветение - созревание				Вегетационный период			
	2016г.	2017г.	2018г.	среднее	2016г.	2017г.	2018г.	среднее	2016г.	2017г.	2018г.	среднее
Омская 4	38	40	34	37	52	64	79	65	90	104	113	102
СибНИИСХоз 6	37	32	32	34	56	69	73	66	93	101	105	100
Эльдорадо	41	32	32	35	52	72	73	66	93	104	105	101
Чера 1	40	34	34	36	50	55	71	59	90	89	105	95
Касатка	37	34	34	35	53	55	62	57	90	89	96	92
Светлая	37	40	31	36	66	61	82	70	103	101	113	106
Дина	38	34	34	35	60	67	71	66	98	101	105	101
Золотистая	37	34	32	34	56	67	73	66	93	101	105	100
Краснообская	37	34	31	34	56	62	65	61	93	96	96	95
СибНИИК-315	31	31	31	31	62	70	65	66	93	101	96	97

Приложение 7

Гидротермические условия сои по фазам роста и развития, 2016 – 2018 гг.

Периоды	Омская 4 (st)	СибНИИСХоз 6	Эльдорадо	Чера 1	Касатка	Светлая	Дина	Золотистая	Краснообская	СибНИИК 315
Всходы-цветение, сут. $\sum t, ^\circ\text{C}$ \sum осадков, мм ГТК Степень засушливости по периодам	37	34	35	36	35	36	35	34	34	31
	659	600	622	644	607	633	626	607	600	546
	89	87	87	87	87	82	87	87	80	90
	0,93	1,44	1,39	1,35	1,43	1,30	1,39	1,43	1,34	1,64
	Достаточное увлажнение									Избыточное увлажнение
Цветение – созревание, сут. $\sum t, ^\circ\text{C}$ \sum осадков, мм ГТК Степень засушливости по периодам	65	66	66	59	57	70	66	66	61	66
	1094	1140	1108	1021	1018	1173	1136	1131	1101	1096
	101	102	104	90	91	119	104	102	108	99
	0,92	0,90	0,94	0,88	0,90	1,02	0,91	0,91	0,98	0,90
	Достаточное увлажнение									
Всходы-созревание, сут. $\sum t, ^\circ\text{C}$ \sum осадков, мм ГТК Степень засушливости по периодам	102	100	101	95	92	106	101	100	95	97
	1753	1739	1729	1665	1625	1807	1762	1738	1701	1642
	189	189	190	177	178	202	191	189	189	188
	1,08	1,09	1,10	1,06	1,10	1,12	1,08	1,09	1,11	1,15
	Достаточное увлажнение									

Приложение 8

Корреляционный анализ (посев-всход)				
Показатели	Столбец 1	Столбец 2	Столбец 3	Столбец 4
Среднесуточная температура воздуха в период посевы-всходы, °C	1			
Сумма осадков в период посевы всходы, мм	0,831365005	1		
ГТК в период посев-всходы	0,744902972	0,989484651	1	
Период вегетации, суток	0,953183611	0,903876908	0,849845636	1
Корреляционный анализ (всходы - цветение)				
показатели	Столбец 1	Столбец 2	Столбец 3	Столбец 4
Среднесуточная температура воздуха в период посевы-всходы, °C	1			
Сумма осадков в период посевы всходы, мм	-0,12871967	1		
ГТК в период посев-всходы	-0,828831838	0,092576599	1	
Период вегетации, суток	0,98193448	-0,182097892	-0,826885817	1
Корреляционный анали (цветение-созревание)				
	Столбец 1	Столбец 2	Столбец 3	Столбец 4
Среднесуточная температура воздуха в период посевы-всходы, °C	1			
Сумма осадков в период посевы всходы, мм	0,871125492	1		
ГТК в период посев-всходы	0,562608698	0,892873409	1	
Период вегетации, суток	0,877551416	0,714295713	0,389385821	1
Корреляционный анализ (всходы-созревание)				
	Столбец 1	Столбец 2	Столбец 3	Столбец 4
Среднесуточная температура воздуха в период посевы-всходы, °C	1			
Сумма осадков в период посевы всходы, мм	0,831612026	1		
ГТК в период посев-всходы	-0,16373056	0,40832618	1	
Период вегетации, суток	0,864069219	0,876845749	0,156064311	1

Приложение 9

**** Дисперсионный анализ экспериментальных данных густоты стояния растений в фазу полных всходов

Комментарии: ДЕМО версия! Результаты зашумлены случайными числами!

1. Таблица разложения дисперсий ANOVA.

Источник вариации	Сумма квадратов	Доля вариации	Степени свободы	Средний квадрат	F-критерий
Общая	16518.167	1.0000	29	569.5920	
Фактор "А"	1959.500	0.1186	9	217.7222	1.3516
Фактор "В"	10112.267	0.6122	2	5056.1333	19.708
Ошибка(+AB)	4446.400	0.2692	18	247.0222	

2. Анализ различия факторных средних.

Фактор-<В>						
	1	2	3	Средние	Различия	
Фактор<А>						
1	71.00	55.00	105.0	77.00	Контроль	
2	57.00	64.00	115.0	78.67	1.667	
3	60.00	52.00	83.00	65.00	-12.00	
4	66.00	57.00	103.0	75.33	-1.667	
5	49.00	75.00	76.00	66.67	-10.33	
6	75.00	55.00	93.00	74.33	-2.667	
7	70.00	56.00	96.00	74.00	-3.000	
8	70.00	63.00	82.00	71.67	-5.333	
9	43.00	55.00	111.0	69.67	-7.333	
10	0.000	51.00	97.00	49.33	-27.67 *	
Средние	56.10	58.30	96.10	70.17		
Различия	Контр.	2.20	40.0*			

Стандартная ошибка опыта = 15.717, (22.4% от общего среднего)

* - Разница превышает НСР(5%)

3. Анализ действия факторов, влияние по Снедекору.

Фактор	Степень влияния	Критерий Фишера	Степени свободы	Вероятность ошибки	НСР(1%)	НСР(5%)	НСР(10%)
А	0.0000	1.352	9, 18	0.2795	36.938	26.961	22.253
В	0.6607	19.708	2, 18	0.0000*	20.232	14.767	12.188

Приложение 10

**** Дисперсионный анализ экспериментальных данных густоты стояния растений перед уборкой

Комментарии: ДЕМО версия! Результаты зашумлены случайными числами!

1. Таблица разложения дисперсий ANOVA.

Источник вариации	Сумма квадратов	Доля вариации	Степени свободы	Средний квадрат	F-критерий
Общая	8862.300	1.0000	29	305.5966	
Фактор "А"	798.967	0.0902	9	88.7741	0.4723
Фактор "В"	4921.800	0.5554	2	2460.9000	12.947
Ошибка(+AB)	3141.533	0.3545	18	174.5296	

2. Анализ различия факторных средних.

		Фактор<В>			Средние	Различия
		1	2	3		
Фактор<А>						
1	54.00	49.00	76.00	59.67	Контроль	
2	49.00	60.00	78.00	62.33	2.667	
3	52.00	50.00	69.00	57.00	-2.667	
4	53.00	52.00	86.00	63.67	4.000	
5	38.00	69.00	60.00	55.67	-4.000	
6	55.00	53.00	70.00	59.33	-0.333	
7	56.00	54.00	74.00	61.33	1.667	
8	59.00	58.00	69.00	62.00	2.333	
9	34.00	49.00	89.00	57.33	-2.333	
10	0.000	49.00	85.00	44.67	-15.00	
Средние	45.00	54.30	75.60	58.30		
Различия	Контр.	9.30	30.6*			

Стандартная ошибка опыта = 13.211, (22.7% от общего среднего)

* - Разница превышает НСР(5%)

3. Анализ действия факторов, влияние по Снедекору.

Фактор	Степень влияния	Критерий Фишера	Степени свободы	Вероятность ошибки	НСР(1%)	НСР(5%)	НСР(10%)
А	0.0000	0.472	9, 18	0.8745	31.049	22.662	18.705
В	0.5671	12.947	2, 18	0.0003*	17.006	12.413	10.245

N	Число	Среднее	Максимум		Станд.	Ср. кв.	Коэффиц.	Медиана		
Экссесс	дат		Минимум		ошибка	отклон	вариации	Мода		
Асимметрия			-----							
1	10	80.100	0.000	115.0	10.11	31.96	39.90%	81.00	92.00	-1.652
2.091										
2	10	65.900	55.00	91.00	3.250	10.28	15.60%	65.00	63.50	1.448
1.676										
3	10	88.400	64.00	117.0	4.817	15.23	17.23%	89.00	90.50	0.204
0.464										-

N	Число Эксесс	Среднее дат Асимметрия	Максимум	Станд. Минимум	Ср. кв. ошибка	Коэффиц. отклон	Коефициент вариации	Медиана Мода			
1009	10	4.1111	3.000	5.000	0.200	0.601	14.62%	4.000	4.000	0.015	-
4.125	10	4.8889	4.000	5.000	0.111	0.333	6.818%	5.000	5.000	-2.475	-
1.500	10	4.0000	3.000	5.000	0.289	0.866	21.65%	4.000	4.000	0.000	-

Комментарии: ДЕМО версия! Результаты зашумлены случайными числами!

[illegible]

1. Таблица разложения дисперсий ANOVA.

Источник вариации	Сумма квадратов	Доля вариации	Степени свободы	Средний квадрат	F-критерий
Общая	7.404	1.0000	29	0.2553	
Фактор "А"	1.059	0.1430	9	0.1177	2.7333
Фактор "В"	4.240	0.5727	2	2.1202	19.681
Ошибка(+AB)	2.104	0.2842	18	0.1169	

2. Анализ различия факторных средних.

Фактор-<В>					
	1	2	3	Средние	Различия
Фактор<А>					
1	1.520	1.460	1.680	1.553	Контроль
2	1.710	1.840	2.010	1.853	0.300
3	1.780	1.440	2.620	1.947	0.393
4	1.810	1.490	3.360	2.220	0.667 *
5	1.600	1.940	2.760	2.100	0.547
6	1.400	1.900	1.940	1.747	0.193
7	1.740	1.770	1.990	1.833	0.280
8	1.680	1.750	2.440	1.957	0.403
9	1.530	1.760	2.900	2.063	0.510
10	1.720	1.610	2.990	2.107	0.553
Средние	1.649	1.696	2.469	1.938	
Различия	Контр.	0.05	0.82*		

Стандартная ошибка опыта = 0.3419, (17.6% от общего среднего)

* - Разница превышает НСР(5%)

3. Анализ действия факторов, влияние по Снедекору.

Фактор	Степень влияния	Критерий Фишера	Степени свободы	Вероятность ошибки	НСР(1%)	НСР(5%)	НСР(10%)
А	0.0008	2.733	9, 18	0.0332*	0.8036	0.5865	0.4841
В	0.6310	19.681	2, 18	0.0000*	0.4402	0.3213	0.2652

Выводы:

- Различия средних фактора "А" достоверны на уровне 5%
- Различия средних фактора "В" достоверны на уровне 1%

Приложение 14

Морфологический анализ растений у сортов сои, 2016 г.

Сорта	Высота растения, см	Число боковых веточек, шт.	В т.ч. с бобами, шт.	Высота прикрепления нижнего боба, см	Число бобов на растении, шт.	Число узлов на стебле, шт.	В т.ч. с бобами, шт.	Число бобов в узле, шт.	Число семян в бобе, шт.	Число семян на растении, шт.	Масса семян на растении, г.
Омская 4	91	2	2	12	21	10	8	3	2	48	6,7
СибНИИК 6	97	3	2	12	22	10	8	3	2	51	6,8
Эльдорадо	99	3	3	13	24	10	8	3	2	55	6,4
Чера 1	81	1	1	10	34	12	10	3	2	75	9,3
Касатка	63	4	3	8	40	11	9	4	2	96	11,6
Светлая	115	1	1	10	20	11	9	2	2	46	5,2
Дина	93	4	3	13	25	11	8	3	2	58	7,6
Золотистая	94	3	3	13	25	11	8	3	3	63	9,5
Краснообская	68	3	3	8	30	10	8	4	2	63	8,2

Продолжение приложения 14

Морфологический анализ растений у сортов сои, 2017 г.

Сорта	Высота растения, см	Число боковых веточек, шт.	В т.ч. с бобами, шт.	Высота прикрепления нижнего боба, см	Число бобов на растении, шт.	Число узлов на стебле, шт.	В т.ч. с бобами, шт.	Число бобов в узле, шт.	Число семян в бобе, шт.	Число семян на растении, шт.	Масса семян на растении, г.
Омская 4	62	2	1	6	21	10	8	3	2	48	6,8
СибНИИСХоз 6	61	1	1	5	22	9	8	3	2	48	6,3
Эльдорадо	68	2	2	7	26	9	8	4	2	52	6,3
Чера 1	56	0	0	8	20	9	8	3	2	44	4,8
Касатка	55	2	1	7	19	9	8	3	3	48	5,3
Светлая	91	1	1	7	25	10	9	3	3	63	6,1
Дина	71	3	3	6	26	10	9	3	2	55	7,0
Золотистая	69	2	2	7	19	9	7	3	2	46	5,2
Краснообская	61	2	2	7	23	9	8	3	2	46	6,1
СибНИИК 315	65	2	2	5	21	9	8	3	2	38	5,8

Продолжение приложения 14

Морфологический анализ растений у сортов сои, 2018 г.

Сорта	Высота растения, см	Число боковых веточек, шт.	В т.ч. с бобами, шт.	Высота прикрепления нижнего боба, см	Число бобов на растении, шт.	Число узлов на стебле, шт.	В т.ч. с бобами, шт.	Число бобов в узле, шт.	Число семян в бобе, шт.	Число семян на растении, шт.	Масса семян на растении, г.
Омская 4	99	1	1	12	16	9	7	2	2	35	9,0
СибНИИСХоз 6	89	1	1	13	13	8	6	2	2	29	12,5
Эльдорадо	97	1	1	12	16	9	7	3	3	48	9,8
Чера 1	78	0	0	12	18	10	7	2	2	36	8,5
Касатка	64	2	2	9	18	10	8	3	3	54	8,1
Светлая	117	0	0	11	17	10	8	3	3	51	6,7
Дина	92	2	3	14	17	9	7	2	2	34	9,2
Золотистая	96	2	2	14	16	9	7	3	3	48	9,4
Краснообская	75	2	1	12	15	9	7	2	2	30	10,5
СибНИИК 315	77	1	1	12	17	9	7	2	2	34	9,7

Приложение 15

**** Матрица парных корреляций (Пирсон)

Комментарии: ДЕМО версия! Результаты зашумлены случайными числами!
5 признаков, 10 объектов

Показатели	1	2	3	4	5	6
число бобов на растении, шт.	1.000	-.4920	.6169	.6694*	.4332	-.6491*
число семян в бобе, шт.	-.4920	1.000	-.1891	.0025	-.9299*	.3777
число семян на растении, шт.	.6169	-.1891	1.000	-.6769*	.6180	-.7358*
Масса семян с 1-го растения, г	.6694*	.0025	-.6769*	1.000	.5973	.7983*
урожайность, т/га	-.6491*	.3777	-.7358*	.7983*	.1554	1.000

Пороги достоверности: на уровне 1%: R= 0.7646
на уровне 5%: R= 0.6319 *
на уровне 10%: R= 0.5493

Приложение 16

Вариационная статистика для массива данных
 Комментарий: Масса 1000 семян, г
 Вариационная статистика для массива данных
 Комментарий:

Н	число	Среднее	Максимум	Станд.	Ср. кв.	Коэффициц.	Медиана	Эксцесс	Асимметрия	Минимум	ошибка	отклон	вариации	Мода
1	10	130.10	113.0	166.0	4.729	14.96	11.50%	130.0	127.5	1.363				
2	10	149.30	106.0	172.0	6.277	19.85	13.30%	151.0	151.0	-0.984				
3	10	150.50	114.0	165.0	4.586	14.50	9.635%	151.0	154.5	-1.665				

Вариационная статистика для массива данных
 Комментарий: Натура семян сои, г/л

Н	число	Среднее	Максимум	Станд.	Ср. кв.	Коэффициц.	Медиана	Эксцесс	Асимметрия	Минимум	ошибка	отклон	вариации	Мода
1	10	756.80	730.0	777.0	3.823	12.09	1.598%	759.0	759.5	-0.718				
2	10	751.50	737.0	766.0	2.922	9.241	1.230%	752.0	752.5	-0.204				
3	10	730.30	720.0	748.0	2.646	8.367	1.146%	728.0	728.0	0.826				

Приложение 17

Вариационная статистика для массива данных
Комментарии: Содержание жира в семенах сои, %

	Н	Число Экссесс	Среднее дат Асимметрия	Минимум	Максимум	Станд. ошибка	Ср. кв. отклон	Коэффиц. вариации	Медиана Мода		
0.454	1	10	17.890	15.30	19.40	0.375	1.185	6.621%	17.90	17.95	-0.796
0.250	2	10	18.090	17.20	19.40	0.209	0.662	3.662%	18.30	18.30	0.316 -
0.046	3	10	17.820	15.70	18.70	0.348	1.101	6.180%	17.80	18.35	-1.287 -

Вариационная статистика для массива данных
Комментарии: Содержание протеина в семенах сои, %

Таблица 1. Статистические характеристики параметров											
N	Число	Среднее	Максимум		Станд.	Ср. кв.	Коэффиц.	Медиана			
Экссесс	дат		Минимум		ошибка	отклон	вариации	Мода			
Асимметрия											
1.258	10	41.560	40.00	43.60	0.416	1.316	3.166%	41.30	41.15	0.408	-
0.823	10	42.170	38.40	47.20	0.879	2.781	6.594%	42.90	42.00	0.428	-
0.891	10	38.820	36.30	42.80	0.721	2.279	5.871%	38.40	38.30	0.608	-

Приложение 18

Экономическая эффективность возделывания скороспелых сортов сои за 2016 – 2018 гг.

Показатели	Омская 4 (st)	СибНИИСХоз 6	Эльдorado	Чера 1	Касатка	Светлая	Дина	Золотистая	Краснообская	СибНИИК-315
Урожайность, т/га	1,57	1,86	2,03	2,43	2,18	1,67	1,84	1,96	2,22	2,30
Производственные затраты на 1 га, руб.	13869	13869	13869	13869	13869	13869	13869	13869	13869	13869
Себестоимость 1 т, руб.	8850	7460	6830	5710	6360	8310	7540	7080	6250	6030
Цена реализации 1 т, руб.	23200	23200	23200	23200	23200	23200	23200	23200	23200	23200
Прибыль 1 т, руб.	14350	15740	16370	17490	16840	14890	15660	16120	16950	17170
Уровень рентабельности, %	162,1	211,0	240,0	306,3	265,0	179,2	207,7	227,7	271,2	284,7
Содержание белка, %	44,5	41,1	42,0	39,3	39,8	41,0	39,8	40,4	40,4	40,2
Содержание жира, %	18,3	18,7	16,8	17,8	17,9	17,8	18,3	18,0	17,7	18,1
Сбор белка, т/га	0,70	0,76	0,85	0,95	0,87	0,68	0,73	0,80	0,90	0,92
Сбор жира, т/га	0,30	0,35	0,34	0,43	0,40	0,30	0,34	0,35	0,40	0,42
Себестоимость 1 т белка, руб./т	19810	18250	16320	14600	15940	20400	19000	17340	15410	15080
Себестоимость 1 т жира, руб./т	46230	39630	40790	32250	34670	46230	40790	39630	34670	33020

**АКТ
ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ЗАКОНЧЕННЫХ НАУЧНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

1. **Наименование внедренного мероприятия:** *Внедрение в производство ООО «Заводоуковский маслозавод» скороспелых сортов сои.*
2. **Каким научно-исследовательским учреждением (высшим учебным заведением) мероприятия предложено к внедрению:** *ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья».*
3. **Кем принято решение о внедрении мероприятия:** *М.Н. Докшиным, генеральным директором ООО «Заводоуковский маслозавод»; А.С. Иваненко, профессором кафедры технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства; А.Н. Созоновой, аспирантом кафедры технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства в мае 2017 г.*
4. **Наименование хозяйства и его адрес, где произведено внедрение:** *ООО «Заводоуковский маслозавод», Тюменская область, г. Заводоуковск, ул. Октябрьская д. 1а, стр. 4.*
5. **Год и объем внедрения:** *мероприятие было внедрено в 2017 году по 10 га на каждый сорт сои.*
6. **Заключение по результатам внедрения:** *Сеяли сорта сои Касатка, Чера 1 и Светлая. Урожайность семян в фазу полной спелости составила у сортов сои Касатка -1,68 и Чера 1 - 1,70 т/га. Сорт Светлая не созрел к обмолоту. Валовой сбор двух сортов с 20 га составил 33,8 тонн. При цене реализации 20000 руб./т, стоимость урожая составила 676 000 руб.*
7. **Акт составлен:** *20 октября 2017 г.*
8. **Ответственные за внедрение:**



Генеральный директор
ООО «Заводоуковский маслозавод»

 М.Н. Докшин

Аспирант кафедры ТПХиППР
ГАУ Северного Зауралья

 А.Н. Созонова